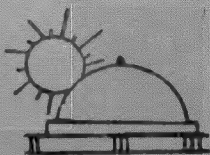


١٢٨

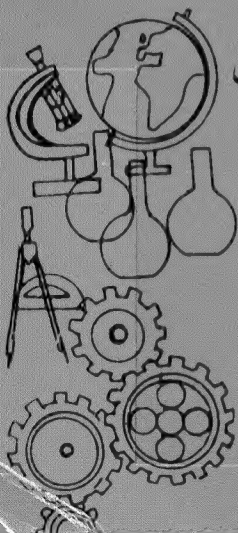
سلسلة العلم والحياة



# الشمس « النجم الأم »

تأليف

د. منير أحمد محمود حمدي



الهيئة المصرية العامة للكتاب



١٢٨

سلسلة  
العلم  
و  
الحياة

رئيس مجلس الإدارة:

الدكتور سمير سرهان

رئيس التحرير:

المهندس سعد شعبان

مدير التحرير:

محمود الجزار



العلم والحياة (١٢٨)

# الشمس

"النجم الأم"

تأليف الأستاذ الدكتور / منير أحمد محمود حمدي

أستاذ الفيزياء الفلكية

المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية والجامعات العربية



الهيئة المصرية العامة للكتاب

١٩٩٩









## مقدمة

جذبت النجوم والشمس والقمر ومختلف الظواهر السماوية انتباه سائر الشعوب والأمم منذ فجر التاريخ وعلى مدى الدهر. وأول ما يذكر في هذا المجال هم الصينيون الذين قاموا قبل ثلاثة آلاف سنة من ميلاد المسيح عليه السلام برصد السماء والظواهر الفلكية، ولقد ثبت أنهم رصدوا كسوفاً شمسياً يرجع تاريخه إلى ٢٦٩٧ قبل الميلاد.

ومع تطور فكر الإنسان ذهب يبحث عن الآلهة المسيطرة على هذا الكون  
فما بين هذه الأجرام السماوية التي تشغل باله وثقلت نظره ليلا ونهارا . ويشير  
القرآن الكريم إلى ذلك في آياته المحكمات حيث قال الله سبحانه وتعالى في سورة  
الأنعام:

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَإِذْ قَالَ إِبْرَاهِيمُ لِأَبِيهِ آزَرَ أَتَتَّخِذُ أَصْنَامًا إِنِّي أُرَاكَ وَقَوْمَكَ فِي ضَلَالٍ عَبِيدٍ ﴿٦٦﴾ وَكَذَلِكَ نَدْرِي إِبْرَاهِيمَ مُخَلَّوًصًا السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلِيخَوِّنَ عَنْ الْمُؤْمِنِينَ ﴿٦٧﴾ فَلَمَّا جَنَّ عَلَيْهِ اللَّيْلُ رَأَى كَوْكَبًا قَالَ هَذَا رَبِّي فَلَمَّا أَفَلَ قَالَ لَا أُحِبُّ الْآفَاقِينَ ﴿٦٨﴾ فَلَمَّا رَأَى الْقَمَرَ بَازِلًا قَالَ هَذَا رَبِّي فَلَمَّا أَفَلَ لَنْ لَوْ يَهْدِي رَبِّي لِأَعْتَبُونَ ﴿٦٩﴾ مِنَ الْقَوْمِ الضَّالِّينَ ﴿٧٠﴾ فَلَمَّا رَأَى النُّجُومَ بَازِلَةً قَالَ هَذَا أَجْمَعُ فَلَمَّا أَفَلَ قَالَ لَا أَقُومُ إِنِّي بَرِيءٌ مِمَّا يَتَّبِعُونَ ﴿٧١﴾﴾

صدق الله العظيم

(الأنعام ٧٤-٧٨)

ولقد حظيت الشمس بالقدر الأكبر من الإهتمام منذ فجر التاريخ نظرا لقربها من الأرض، حيث تبعد مسافة قدرها ١٤٩ مليون و ٦٤٠ ألف كيلومتر، ويقطع الضوء هذه المسافة في ٨ دقائق وعشرين ثانية (٨:٢٠:٠). وللشمس تأثير مباشر على سائر أعضاء المجموعة الشمسية، وأهم هذه التأثيرات تهيئة الظروف المناسبة لظهور حياة على سطح الأرض . ولو اختلفت المسافة بين الشمس والأرض قريبا أو بعدا لكان للحياة على سطح الأرض شأن آخر.

وتشع الشمس إشعاعاً هائلاً في مختلف الأطوال الموجية . ويأتي الجزء الأعظم من الإشعاع الشمسي في المدى المرئي . وتبلغ قوة إشعاع الشمس  $10 \times 3,8$  ميغاوات، إلا أن الأرض لا تستفيد من هذه الطاقة الجبارة إلا بجزء من ٥٠٠ مليون جزء . وعلى الرغم من هذا فإن ذلك الجزء الضئيل من الإشعاع لقادر على أن يرفع درجة حرارة ٣٧ ألف طن من الماء من درجة التجمد إلى درجة الغليان في مدى دقيقة واحدة . ويساعد الجزء الذي تمتصه الأرض من الإشعاع على استمرار الكائنات الحية على سطحها بالإضافة إلى تكوين مختلف أشكال الطاقة المدفونة في باطن الأرض مثل الفحم والبترو .

وقد يتساءل البعض عن مفهوم العنوان الذي وضعته لهذا الكتاب "الشمس النجم الأم" فلقد رأيت أن الشمس تلعب بين أعضاء المجموعة الشمسية دور الأم بين أطفالها الذين يرتبطون بها ويدورون في فلكها ولا يستطيعون البعد عنها . بل وأكثر من ذلك فهي تتشابه مع الأم التي تحترق لكي تضئ الطريق لأبنائها وتهب لهم الحياة وما ضوء الكواكب إلا انعكاس لضوء الشمس الماقط عليها وما الحياة القائمة على سطح الأرض إلا نتاج بيئة طبيعية صالحة وفرتها الشمس المسخرة بأمر الله سبحانه وتعالى .

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
الحمد لله الذي هدانا لهذا الذي كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله

«الله الذي رفع السموات بغير عمد ترونها ثم استوى على العرش وسخر الشمس والقمر كل يجري لأجل مسمى يدير الأمر بفصل الآيات لعلهم يفلحون»  
صدق الله العظيم

(الرعد ٢)

ويتناول هذا الكتاب في فصله الأول بصورة مبسطة على قدر المستطاع تركيب الشمس والظواهر الشمسية المختلفة على سطحها . ويناقش الفصل الثاني الطاقة الشمسية وكيفية تولدها ومشاكل استغلالها الاستغلال الأمثل . ويتعرض الفصل الثالث لصورة الشمس الراديوية حيث يتناول هذا الفصل دراسة هيئة الشمس وصورتها الراديوية كما تبدو في الأطوال الموجية المختلفة . ويشرح الفصل الرابع مسائل هامة في العلاقات الشمس-أرضية مثل قياس الزمن ، الليل

والنهار، الظل، المشرق والمغرب، المشرق والمغرب، الوهج القطبي، الشفق الأحمر، شمس منتصف الليل والرياح الشمسية مع الإشارة إلى الآيات القرآنية الكريمة التي وردت في هذا السياق . أما الفصل الخامس والأخير فيتناول الشمس في العقائد الدينية وخاصة العقيدة المصرية القديمة حيث أننا لا نكاد نجد أمة تأصلت فيها الديانة وامتزجت بحياة أهلها كالأمة المصرية حتى أصبحت الديانة وكأنها الحافظ الأكبر على ما نشأ بمصر القديمة من علوم وفنون وآداب .

وختاماً أرجو من الله عز وجل أن أكون قد وفقت في تقديم هذه المادة الصعبة في صورة مبسطة سهلة تمكن شباب المستقبل الواعد وعامة المثقفين من فهمها والاستفادة منها والله ولي التوفيق .

أ.د. منير أحمد محمود حمدي



# فيزياء الشمس



خلق الله الشمس وجعلها إحدى نعمنا العظمى على مخلوقاته فهي سر وجود الحياة على سطح الأرض. والشمس هي أقرب النجوم إلينا إذ يصل ضوءها في ثمان دقائق وعشرين ثانية ، وهي بهذا قريبه جدا منا إذا ما قارناها بأقرب نجم للأرض بعد الشمس وهو نجم الأقرب للقنطورى (الفا سنطورى) والذي يصل ضوءه إلى الأرض في ٤,٢٥ سنة.

ويقدر قطر الشمس بحوالي ٨٦٥٣٧٠ ميلا أي أكثر من ثلاث مرات قدر المسافة بين الأرض والقمر مما يجعلها قادرة على ابتلاع ما يزيد عن مليون من الكواكب كل منها بحجم الأرض. وتبلغ كتلة الشم  $2.2 \times 10^{30}$  طن وبالمقارنة نجد أن كتلة الشمس تزيد عن كتلة الأرض ٣٣٣٤٣٤ مرة. كما أنها تحتوي على ٩٩,٩% من كل المادة الموجودة في المجموعة الشمسية. وتقدر عجلة الجاذبية على سطح الشمس بـ ٢٨ مرة قدر عجلة الجاذبية على سطح الأرض. وفي الحقيقة فإن تعبير سطح الشمس الذي نرده دائما ما هو إلا تعبير مجازي حيث أن ما نشاهده عندما ننظر إلى الشمس ما هي إلا طبقة الفوتوسفير أو الكرة الضوئية والتي تتكون من غازات مخلطة آلاف المرات عن لهب رأس عود نقاب.

والشمس عبارة عن كرة غازية متمسكة بفعل جاذبيتها الذاتية ويحفظها من الانطواء إلى الداخل الضغط الدائم إلى الخارج الذي ينتج عن ارتفاع درجة الحرارة الكبير في القلب. وتزداد كثافة الغازات في الشمس مع العمق ، فعلى منتصف المسافة إلى المركز تبلغ الكثافة قدر كثافة الماء ، وفي القلب بالقرب من المركز نجد الغازات مضغطة إلى بعضها لدرجة تصل بالكثافة إلى عشر مرات قدر كثافة الصلب. وعلى الرغم من الكثافة والضغط العاليين فهي لداخل إلا أن الكثافة المتوسطة للشمس تبلغ فقط ١,٤١ مرة قدر كثافة الماء بينما الكثافة المتوسطة للأرض ٥,٥٢ قدر كثافة الماء. وتسر الكثافة المتوسطة المنخفضة للشمس بأن مادتها تتكون في معظمها من الطنصرين الخفيفين الهيدروجين والهيليوم ونسب صغيرة جدا من العناصر الأثقل بينما تتكون مادة الأرض من المعادن بصفة عامة. ونظرا لأن الشمس مكونة من غازات وليست جسما صلبا فإنها لا تدور حول محورها كوحدة واحدة كما هو الحال لجسم صلب مثل الأرض بل تتفاوت سرعة

الدوران في مناطقها المختلفة ، ويكون أسرع دوران للشمس عند خط استوائها حيث تتم دورة كاملة حول محورها كل ٢٤,٦٥ يوما بينما تتطلب دورة كاملة عند خط عرض ٤٥° شمالا أو جنوبا من خط الاستواء الشمسي ٢٧,٥ يوما أرضيا. وينتج عن هذا الدوران التقلوتي للغازات في الشمس تشوهات داخلية تؤدي إلى نشأة المجالات المغناطيسية المعقدة والتي تلعب دورا هاما من الظواهر الشمسية المختلفة. تركيب الشمس :

تتكون الشمس من ثلاث طبقات رئيسية :

١- باطن الشمس. ٢- الفوتوسفير (الكرة الضوئية).

٣- جو الشمس.

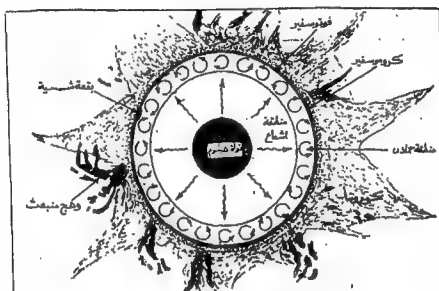
(١) باطن الشمس :

نظرا للتباين الكبير في الكثافة ودرجة الحرارة وشدة التفاعل النووي مع البعد عن مركز الشمس حيث تتناقص الحرارة من حوالي ٣٥ مليون درجة مطلقا إلى نحو ٦٠٠٠ درجة مطلقا عند سطح الشمس. كما تتناقص الكثافة بشكل كبير مع زيادة البعد عن المركز فبينما تبلغ الكثافة ١٥٠ جم/سم<sup>٣</sup> عند مركز الشمس تنخفض من منتصف المسافة من المركز إلى ١ جم/سم<sup>٣</sup> ثم إلى ١٠<sup>-٣</sup> جم/سم<sup>٣</sup> عند السطح فإنه يمكن تقسيم باطن الشمس إلى ثلاثة أقسام :

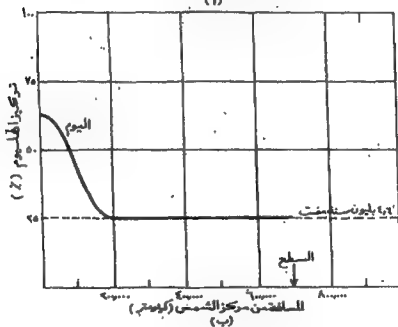
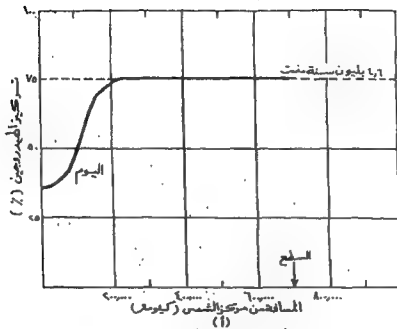
١- النواة (قلب الشمس).

وهو الجزء المركزي من الشمس الذي يشكل منطقة احتراق الهيدروجين ويسمى أيضا بالمواد الشمسية وذلك لحدوث عملية الاندماج النووي فيه والذي ينتج عنها تحرر طاقة عالية في صورة أشعة جاما. وجدير بالذكر أن هذا الجزء من الشمس هو الذي أصابه التغيير نظرا لتحول بعض هيدروجينه إلى هيليوم نتيجة للاحتراق الهيدروجيني المستمر. وقد تم استهلاك قرابة نصف كمية الهيدروجين المتمركزة في باطن الشمس منذ نشأتها حتى الآن بحيث انخفضت نسبة الهيدروجين حاليا إلى ٣٥-٤٠% من كتلة المركز بعد أن كانت بحدود ٧٥% ليرتفع بذلك تركيز الهيليوم في المركز من ٢٥% إلى ٦٥% ويقدر قطر هذه المنطقة بما لا يزيد عن ٤٠٠ ألف كيلومتر.





مقطع عرضي للشمس يوضح البنية الداخلية لها



مقارنة بين تراكيز الهيدروجين (١) والهيليوم (٢) قبل ٩٦ مليون سنة مضت ، والآن

## ب- منطقة الإشعاع :

وهي المنطقة التالية للنواة ، ويبلغ سمكها حوالي ٣٢٥ ألف كيلومتر وهي المنطقة التي تنشأ فيها الطاقة المتولدة من الاندماجات النووية في قلب الشمس طريقها إلى سطح الشمس لتتبع نحو الفضاء.

ومن رحمة الله سبحانه وتعالى أن يتم في هذه المنطقة تغيير وتعديل الطاقة المنبعثة من قلب الشمس فلو أن هذه الطاقة المنبعثة وصلت كلها إلى السطح بصورتها الأصلية (أشعة جاما) لكانت أشعة موت تنتشر في النظام الشمسي بأكمله. ويتم تعديل الطاقة عن طريق اصطدام شعاع جاما بأي ذرة من الوسط الذي يمر خلاله فيفقد جزءا من طاقته في تحريك الإلكترونات في هذه الذرة من مداراتها بحيث يعاد توزيع طاقاتها ويتحول شعاع جاما إلى شعاع آخر من أشعة كثيرة مختلفة كل منها ذو طاقة أقل ويطول موجي أكبر وهكذا نجد أن أشعة جاما التي تنبعث من قلب الشمس هي مصدر جميع الإشعاعات المنبعثة تجاه الفضاء الخارجي وأول الإشعاعات التي تخلق في المنطقة خارج النواة (قلب الشمس) هي الأشعة السينية أو أشعة إكس والأشعة فوق بنفسجية ثم الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء وغيى عن الذكر أن الطاقة الإشعاعية الناتجة مرئية كانت أو غير مرئية ترجع في مصدرها إلى إحلال الإلكترون من مدار أعلى إلى مدار منخفض بدلا من الإلكترون المنتزع من الذرة نتيجة لإثارتها بأشعة جاما.

## ج - منطقة تيارات الحمل :

وهي الطبقة الخارجية من باطن الشمس ويبلغ سمكها حوالي ١٥٠ ألف كيلومتر ويتم انتقال الطاقة خلالها من طبقة الإشعاع إلى سطح الشمس (الفوتوسفير أو الكره الضوئية) عن طريق تيارات الحمل بصفة أساسية وبالإشعاع بصفة جزئية. وتتأثر تيارات الحمل عندما تسخن الطبقات السفلى وتمدد وأثناء التمدد تقل الكثافة وترتفع المادة المتمددة خلال الطبقة الأكتيف بينما تميل المادة الموجودة في الطبقة العليا الباردة للهبوط إلى أسفل ، وتكون النتيجة نشأة عميلة دائرية تنتقل فيها الحرارة من المستوى الأسفل الأسخن إلى المستوى الأعلى الأبرد وما نراه من حبيبات تكسو سطح الشمس عند تصوير الفوتوسفير (الكره الضوئية) ما هو إلا

أعمدة للغازات التي تم تسخينها بواسطة الطاقة في منطقة تيارات الحمل والتي استمدت طاقتها بدورها من منطقة قلب الشمس الساخن. أما المناطق الأقل لمعاناً والواقعة بين الأعمدة للصاعدة من الغاز الساخن فهي عبارة عن غاز بارد نسبياً وهابط إلى أسفل:

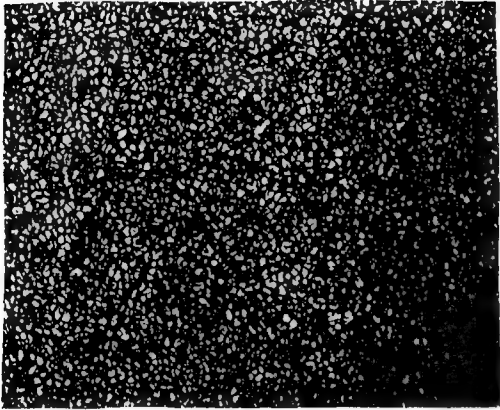
## (٢) الكرة الضوئية (الفوتوسفير):

يُطلق على السطح المرئي للشمس الكرة الضوئية أو الفوتوسفير ويبلغ سُمك هذه الطبقة حوالي ٥٠٠ كم وهي طبقة مُحيطَة بالشمس على شكل كرة غازية وينتج من هذه الطبقة الجزء الأكبر من الحرارة والضوء اللذين نستقبلهما على الأرض. وترتفع درجة حرارة الفوتوسفير في داخله عن مناطقه الخارجية فعند قاعدته تبلغ درجة الحرارة ٧٥٠٠ درجة مطلقة بينما تنخفض عند القمة إلى ٤٧٠٠ درجة مطلقة ولقد دلت الحسابات على وجود درجة حرارة متوسطة للكرة الضوئية قدرها ٦٠٠٠ درجة مطلقة.

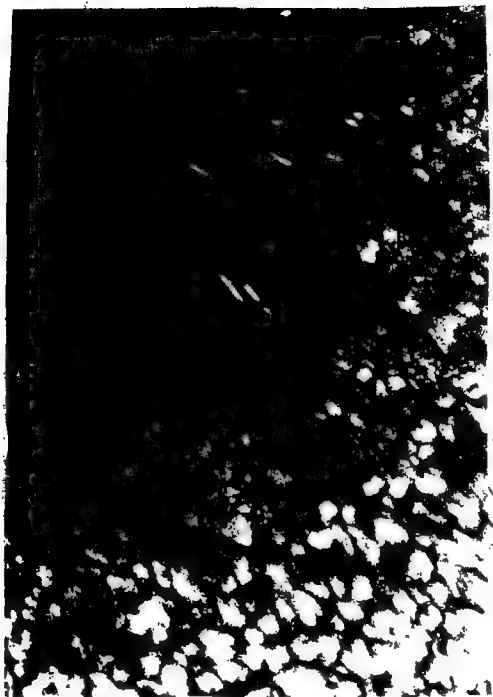
ولقد بينت التحاليل احتواء الفوتوسفير على ٦٠ إلى ٧٠ من العناصر التسعين الموجودة على الأرض ولكن بنسب مختلفة ، ومن الممكن أيضاً وجود العناصر الأخرى المعروفة على الأرض إلا أنها قد تكون لم تكتشف بعد ، وأخف العناصر الموجودة في الفوتوسفير هما عنصرَي الهيدروجين والهيليوم وهما موجودان بشيوع كبير وقد أمكن للشمس الاحتفاظ بهما لكبر جاذبيتها.

وعند النظر إلى قرص الشمس بالعين المجردة أو باستخدام المناظير الصغيرة بالاستعانة بالمرشحات الضوئية اللازمة يبدو قرص الشمس متجانساً تماماً بينما هو في الحقيقة بعيداً عن هذا التجانس إذ يتميز بظهور الحبيبات التي تغطي سطحه والتي يمكن أن تظهر بوضوح كبير في الصور الملتقطة بآلات تصوير محمولة على بالونات أو أي وسيلة أخرى للرصد خارج الغلاف الجوي أو حتى باستخدام المناظير الكبيرة نسبياً على سطح الأرض في حالة توفر ظروف رؤية جيدة.

ويكتسب سطح الفوتوسفير في الأماكن غير المضطربة بقمل البقع الشمسية مظهرًا حبيبيًا يطلق عليه أحياناً تركيب "حبّات الأرز" وهي عبارة عن مساحات



المظهر الحبيبي لسطح الفوتوسايلر (الكرة الضوئية)



صورة لسطح الفوتوسفير بجوار بقعة شمسية ويلاحظ عدم تغير المظهر  
الحبيبي حتى في مناطق حدود البقعة الشمسية.

كبيرة لامعة تبلغ قطر الصغيرة منها نميبيا أكثر من ١٥٠٠ كيلو متر ، ويفصل بينها مناطق ضيقة أقل إضاءة. وتزداد درجة الحرارة في المناطق اللامعة عنها في المناطق الأقل لمعاناً بحوالي ٤٠٠° ، وتتحرك الحبيبات الألع الساخنة مرتفعة إلى أعلى بينما تبدو المساحات اللبينية الدلكنة هابطة إلى أسفل ويبلغ عمر الحبيبة في المتوسط ثمان دقائق.

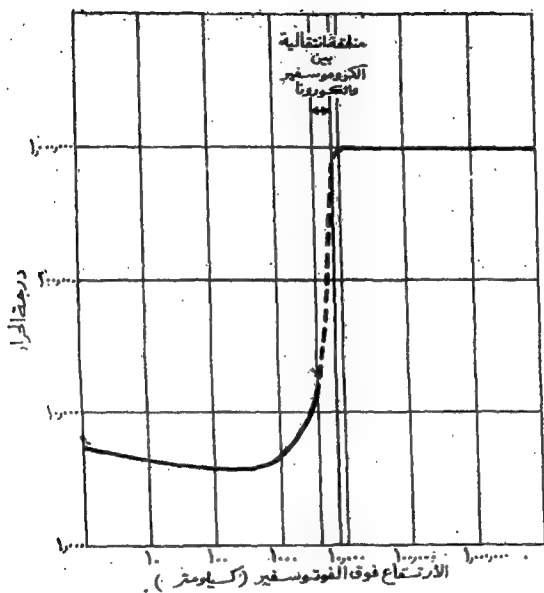
### (٣) جو الشمس (الغلاف الخارجي للشمس) :

تسمى الطبقة الخارجية من الشمس والمحيطية بطبقة الفوتوسفير جو الشمس وتتميز هذه الطبقة بقلّة كثافتها وتخلخلها وشفافية مكوناتها ويمتد جو الشمس في الفضاء مسافة تقترب من خمسة ملايين كيلومتر وذلك إذا افترضنا أن الحدود الخارجية لجو الشمس هي تلك المنطقة التي تتساوى فيها كثافة الغاز الشمسي مع كثافة الغاز في الفضاء المحيط. وتنقسم هذه الطبقة إلى قسمين ويطلق على القسم الأول وهو الأقرب إلى الفوتوسفير اسم الكرة الملونة أو الكروموسفير أما القسم الذي يليه فهو الطبقة للتاجية أو الكورونا وكلتا الطبقتين (الكروموسفير والكورونا) لا يمكن رؤيتهما في الظروف العادية نظرا لخبوت إضاءتها نسبة إلى ضوء الشمس.

#### ١- الكرة الملونة (الكروموسفير) :-

هي عبارة عن طبقة رقيقة نسبيا من الغازات المتوهجة ، ولا يعرف سمكها بدقة وربما يتراوح بين ٢٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ كيلومتر وقد يصل أحيانا إلى ١٠٠٠٠ كيلومتر ، وتزداد درجة حرارة الكروموسفير كلما اتجهنا إلى الخارج وذلك على عكس الحالة في الفوتوسفير فنجد أن درجة حرارة الكروموسفير تتراوح ما بين ٤٣٠٠ درجة مطلقة عند قاعدته إلى ٦٠٠٠ درجة مطلقة في أجزائه السفلى بينما تزداد لتصل إلى خمسين ألف درجة مطلقة عند منتصفه ومن ثم تنقز إلى حوالي مليون درجة مطلقة عند حدوده مع الكورونا (الهالة الشمسية).

وقد أحتار الفلكيون في أمر هذا الارتفاع السريع في درجة الحرارة واختلفت تفسيراتهم وما زالت المسألة دون حل حتى الآن ، ولكن على الرغم من عدم وجود



درجات الحرارة في الطبقة اللونية



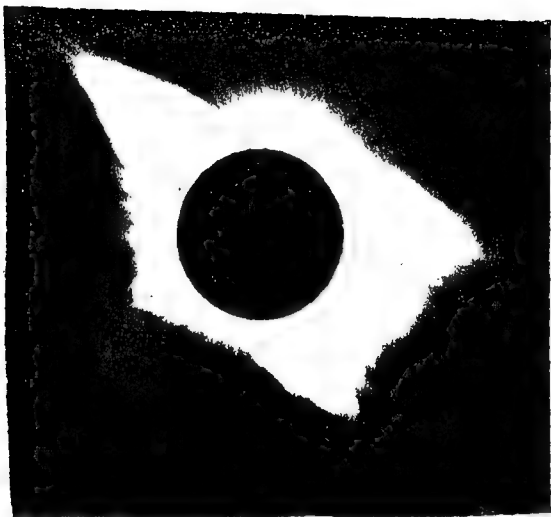
اتفاق عام فإن الاعتقاد السائد هو أن الطاقة المبقولة إلى الفوتوسفير عن طريق تيارات الحمل تنتقل خلال الكروموسفير والكورونا بواسطة الموجات الصوتية ويقلل انسياب الطاقة إلى الخارج كموجات تصادمية في الكروموسفير فتتحول هذه الطاقة إلى ضوء مرئي وصور أخرى من الإشعاع للكهرومغناطيسي ونتيجة لإثارة الكروموسفير بفعل هذه الكمية الهائلة من الطاقة فإنه يشع كمية كبيرة من الضوء فوق البنفسجي ، ولا يزال دور المجالات المغناطيسية الشمسية في تغذية الكروموسفير بالطاقة غير مفهوم تماما وإن بدأ واضحا وجود علاقة بين التسخين وهذه المجالات.

وتسود الكروموسفير حركات رأسية عمودية شديدة حيث لا تنتقل خلاله الطاقة الشمسية فقط وإنما تنتقل أيضا البروتونات. والجسيمات التي تصبح جزءا من الرياح الشمسية المنطلقة من الشمس ، والكروموسفير هو المكان الذي يولد فيه الوهج أو التاجج الشمس كما تتبع منه السيليلات التي يعتقد أنها الناقلات الرئيسية للجسيمات عالية الطاقة المنطلقة من الكورونا إلى الفضاء الخارجي.

ويمكن مشاهدة الكروموسفير لبضع لحظات أثناء الكسوف الكلي للشمس أو باستعمال الكرونو جراف وهو منظار به قرص مركزي يغطي لمعان الفوتوسفير فيسمح برؤية الكروموسفير والكورونا. ويظهر الكروموسفير أثناء الكسوف الكلي للشمس على هيئة هلال ضوئي أحمر رقيق على الجانب الشرقي من الشمس عند بداية الكسوف الكلي ، ويفسر رؤية الكرة الملونة لفترة زمنية قصيرة جدا إلى كونها تشغل حيز ضيق من الجو الشمسي بحيث لا يزيد سمكها على  $400/1$  من قطر الشمس ، وتتمتع عند الحافة الشرقية للقمر عند بداية الكسوف الكلي وأن أشعتها تتقطع بسرعة نتيجة للحركة الظاهرية للقمر. ولقد أطلق على الكروموسفير الكرة الملونة نظرا للونها الأحمر الذي يرجع إلى الإشعاع القوي للهيدورجين في هذه الطبقة من الشمس.

ب- المنطقة التاجية (الكورونا) أو (الهالة الشمسية) :

وهي الجزء الخارجي من الغلاف الشمسي أو من جو الشمس وهي طبقة فوق الكروموسفير بها غاز مخفف للغاية يمتد في الفضاء إلى ملايين الأميال وفي

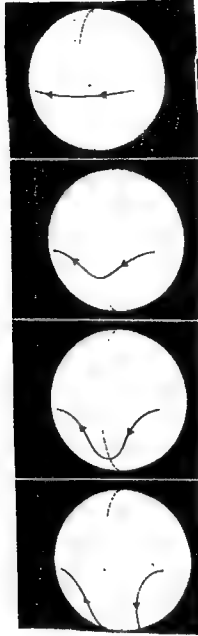


الكورونا

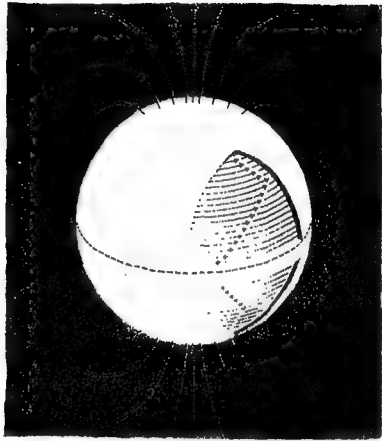
أوقات قمة النشاط الشمسي تمتد من الكورونا إلى الخارج روافد (ليست الرياح الشمسية ولكنها الكورونا نفسها) تصل إلى الأرض ولقد أشارت القياسات التي تمت بواسطة الأقمار الصناعية والمسابر الفضائية أن الطبقة التاجية (الكورونا) لا حدود خارجية لها حيث تتطوّل من حواف هذه الطبقة الغازات المتأينة والتي تعرف بالرياح الشمسية التي تصل إلى المجموعة الشمسية في جميع الأوقات. وكما ذكرنا فإنه لا يمكن مشاهدة الكورونا (الهالة الشمسية) إلا خلال الكسوف الكلي للشمس أو باستخدام الكروولوجراف ومن هنا فإن الكسوفات التامة أو الكليّة لا تزال تحتفظ بأهميتها ويدوم على ترقبها الفلكيون الراغبون في دراسة الغلاف الخارجي للشمس. وتشاهد الكورونا في أثناء الكسوف الكلي كمنطقة بيضاء لؤلؤية محيطة بالشمس. وتتساوى درجة حرارة الكورونا مع درجة حرارة المنطقة العليا من طبقة الكروموسفير أي حوالي مليون درجة مطلقّة وإن كانت هناك مناطق من الكورونا تزيد درجة حرارتها على ذلك بكثير.

#### المجال المغناطيسي للشمس :

لم يتضح أن للشمس مجالا مغناطيسيا عاما حتى سنة ١٩٥٣م فقد كان من الصعب قبل ذلك اكتشافه بسبب ضعف شدته ، إلى أن تمكن الفلكيان الأب هوراس د. بابكوك وأبنة هوراس و. بابكوك أخيرا من قياسه بواسطة جهاز صمماه وأطلقا عليه اسم ماجنيتوجراف الشمس. ويبدو أن المجال المغناطيسي يتأرجح بكون سبب ظاهر ففي عام ١٩٥٣م عندما تم اكتشاف المجال بصورة لا تقبل الشك كان قطبيه الموجب في النصف الشمالي للكرة الشمسية وقطبه السالب في نصفها الجنوبي ، وبعد عام ١٩٥٣م بفترة قصيرة أخذ المجال العام في الاضمحلال إلى أن وصل إلى درجة لا يمكن الإحساس به علدها. وفي عام ١٩٥٧م ظهر المجال المغناطيسي في النصف الجنوبي ثانية ولكنه كان موجبا هذه المرة بعد أن كان سالبا ، وبعد انقضاء فترة قصيرة ظهر المجال المغناطيسي في نصف الكرة الشمسية الشمالي وكان موجبا أيضا ، وكان كلا المجالين الشمالي والجنوبي ضعيفين. وفي وقت متأخر من عام ١٩٥٨ انعكس المجال الشمالي فجأة فأصبح سالبا. أي أن قطبية المجال قد



خط قوى مغناطيسي متجه من الشمال إلى الجنوب تم تشكيله على هيئة حروة مفتوحة لنكجة  
 لسرعة دوران الشمس الكبيرة عند خط استوائها.



المجال المغناطيسي في باطن الشمس بعد دورات كثيرة ويلاحظ أن خطوط القوى المغناطيسية قد تشكلت على هيئة مجال قوى في اتجاه شرق - غرب تحت السطح كنتيجة للدوران التفاضلي للشمس.

انعكست عما كانت عليه في عام ١٩٥٣. ويتم انعكاس الإشارة وقت أوج النشاط الشمسي إلا أنه لا يزال من غير الواضح إن كان هناك علاقة بين الحادثتين (انعكاس القطبين وأوج النشاط الشمسي).

وبدل كل من انعكاس الإشارة وبقاء المجالين متشابهي الإشارة لفترة ما على أن المجال المغناطيسي العام للشمس يختلف عن مثيله للأرض بل وأن المجال المغناطيسي للأرض بسيطاً بينما المجال المغناطيسي للشمس أكثر تعقيداً. وفي محاولة لتفسير المجال المغناطيسي للشمس ظهرت نظريتان ، تفترض النظرية الأولى أن المجال المغناطيسي الحالي للشمس هو ما تخلف من زمن تشكيلها وفي هذه الحالة فإن القوة المغناطيسية ستقل ببطء ويقل معها نشاط الشمس ، وإذا كان الأمر كذلك فإن طبيعة تأثيراتها في الأرض سوف تتغير عبر مدى زمني طويل ، بمعنى أن فترة ألف عام ستكون أقصر من أن تكشف عن هذا التغير. وتفترض النظرية الثانية والتي يطلق عليها في بعض المراجع نظرية الدينامو ، أنه بطريقة ما يتم تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة مغناطيسية ، وأن تحركات الجسيمات المشحونة في دوامات هي التي تبقى على المجال المغناطيسي عبر فترات زمنية طويلة. ولقد اكتشف جيولوجي أسترالي اسمه جورج ويليامز أخيراً ، كيف كانت الشمس تسلك من ٧٠٠ مليون سنة في المصور ما قبل الكامري. حيث اكتشف حجارة تحمل رسالة شفرية عن الطقس قبل أن توجد حياة. فبعد نهاية المصور الجليدية كانت كمية الفيضانات السنوية في البحيرات القديمة تزيد أو تنقص حسب متوسط الحرارة ، وكانت هذه الفيضانات تسبب رواسب تسمى "الفارف" وتكون طبقات متميزة يمثل تميز حلقات الأشجار التي تسجل وتحكي عن تاريخ التغيرات المناخية والتي سوف نتعرض لها عند مناقشة تأثير النشاط الشمسي على التغيرات المناخية الأرضية. وتشكل "إيلكينا" في جنوب أستراليا بالقرب من سلسلة جبال فلاندرز هو أحد الأمثلة على الفارف.

وقد قام العالم بريسويل بتحليل مفصل لطبقات من "الفارف" تغطي فترة زمنية من ١٣٣٧ سنة ، وأظهرت هذه الطبقات شواهد واضحة على وجود إيقاعات تحدث كل ١١، ٢٢ سنة وتعودها إيقاعات دورية لطباً ، كل ٣١٤ سنة و ٣٥٠ سنة.

وتخبرنا هذه الدورات الأبطأ بزمان وصول الحرارة إلى الأرض ، وهي علاقة غير مباشرة فحسب بمسألة دورة البقع الشمسية على أن دورات ١١ سنة و ٢٢ سنة توحى بشيء ما . وهنا يأتي الاكتشاف المثير للاهتمام . فمصر دورات بقع الشمس يبلغ في المتوسط ١١ سنة ولكن مدى التغير يكون من القصير بحيث يصل إلى ٨ سنوات أو يزيد إلى ١٥ سنة ويبدو أن الساعة الداخلية للشمس ، تعيد الأمور إلى مجراها كل ٢٢ سنة . وقد وجد بريسونيل أن الدورات التي في ثخانات طبقات الغلاف تظهر أيضا هذا النوع من السلوك ، وهي تحدث بسبب تعديلات دورة الـ ٣٥٠ سنة وتفاعلا مع دورة الـ ١١ سنة ، وقد بين بريسونيل أن دورة الـ ٣١٤ سنة توفر إطارا يحدد قوة نشاط الذروة في دورات الـ ١١ سنة .

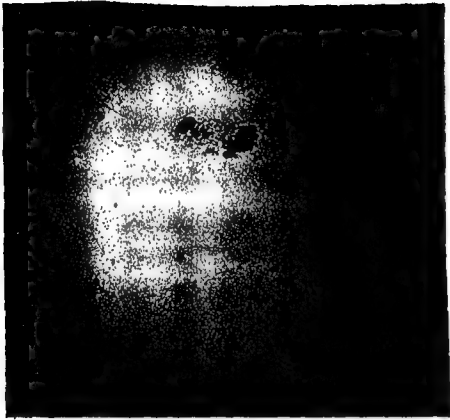
وقد نبه بريسونيل إلى تلازم نظرية الدورات الأربع بصورة جيدة مع زيادات وتناقصات البقع الشمسية وقد تبدأ بزيادة مضطربة في النشاط الشمسي حتى عام ١٩٩١ . وأنه ستكون هناك ذروة في عدد البقع الشمسية في هذه السنة بما يصل إلى نحو ١٠٠ بقعة أو أكثر تبعا لهذه النظرية ، كما أشار إلى أنه إذا تبين صدق نبوءته هذه ، فإن ذلك سيثبت أن طبقات الغلاف القديمة تخبرنا بالفعل كيف تسلك الشمس الآن . وإن ذلك بالتالي سوف يزيد نظرية تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة مغناطيسية (نظرية الدينامو) . وبالفعل جاء عام ١٩٩١ بما يثبت صحة توقعات بريسونيل عن مستوى النشاط في هذه السنة ويؤكد صدق نبوءته .

#### النشاط الشمسي :

يظهر سطح الشمس في حالة اضطراب دائم لما يتكون عليه من عواصف وبقع شمسية ، ولما يبدو فيه من فوارات ضخمه ، وما ينبثق منه من أسنة للهب المتوهج ويتجلى النشاط الشمسي في عدة ظواهر مختلفة نوضحها فيما يلي في صورة مبسطة موجزة .

#### ١- البقع الشمسية :

ربما تكون البقع الشمسية هي أكثر الظواهر المتصلة بالنشاط الشمسي وضوحا بل وتستخدم كمقياس يعبر عن مدى قوة هذا النشاط . ولقد عرفت البقع

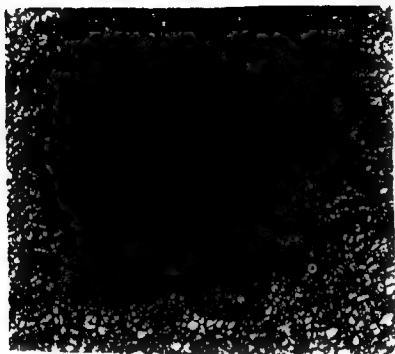


صورة لحشد كبير من البقع الشمسية مأخوذة باستخدام منظار ١٠٠٠ بوصة في عام ١٩٧٤ فسي  
قمة دورة نشاط شمسي وتوضح الصورة المنعكسة منظار مكبر لهذا الحشد.



الشمسية منذ زمن قديم جدا ربما يعود إلى فترة ما قبل الميلاد ، وبالرغم من ذلك فقد كان الاعتقاد السائد في ذلك الوقت أن الشمس كرة خالية من أي تشوهات ، ولكن باستخدام المنظار الفلكي في عام ١٦٠٩ ميلادية أصبحت البقع الشمسية حقيقة لا جدال فيها.

وقد يظن البعض خطأ أن جاليليو هو أول من رأى البقع بمقرابه الرائد ، والحقيقة أن الصينيين القدماء كانوا أول من رأى البقع الشمسية بالعين المجردة وهي حالات نادرة لا يقل فيها اتساع البقعة عن ٤٠٠٠ كم ، وقد دوت هذه الظاهرة في سجلاتهم على أنها طيور حائمة على قرص الشمس ولكن جاليليو فسرها بأنها ليست كواكب حول الشمس تلقي بظلالها عليها كما افترض ذلك شيلر سيرات وآخرون ولكنها ظاهرة على سطح الشمس نفسها وتكون معها . وكانت نظريته الشخصية أن البقع ذات طبيعة بخارية أو تنفسية لسحب أو أخنة ، ولكن السير وليم هيرتشل قال أنها تقوب في الغلاف الجوي . ويعود الفهم الحقيقي لطبيعتها إلى عام ١٩٠٨ حيث اكتشف جورج هيل أن للبقع الشمسية مجالا مغناطيسيا شديدا من خلال أطيافها ذات الخطوط المنفلقة بتأثير زيمان ورغم ذلك فسرها على أنها عواصف دوامية عملاقة . وتظهر البقع الشمسية من خلال المناظير الفلكية واضحة محددة المعالم كأنها فوهات أو بقع مظلمة يشتد إظلامها في منطقة المركز وتسمى المنطقة المركزية "منطقة الظل" بينما تزداد شدة إضاءة البقعة حول المنطقة المركزية مكونة منطقة شبه الظل . ويمكن تشبيه البقعة الشمسية بدوامة مائية وتتواجد البقع الشمسية في أحجام مختلفة تتراوح في قطرها بين عدة مليمترات أو أقل إلى الآلاف الكيلومترات وربما يصل إلى مائة ألف كيلومتر وهذه في الحقيقة تكون لادرة . وتسمى البقع الشمسية التي يصعب رؤيتها حتى بالمناظير وذلك لصغرها ودقة حجمها بالبقع السماوية وتستمر هذه البقع في الظهور لفترة قصيرة لا تزيد على عدة ساعات ثم تختفي . أما البقع الأكبر حجما منها فقد تستمر لعدة أيام أو أسبوع على الأكثر قبل أن تختفي، بينما يمكن للبقع الكبيرة أن تمكث فترة تصل إلى عدة أسابيع أو أكثر بحيث تمر وجه الشمس أثناء دورانها وتنتقل إلى الجانب الآخر من الشمس بعد فترة تصل إلى شهر تقريبا . ويصل عدد البقع التي تمر ما يقرب من شهر أي



صورة مأخوذة لبقعة شمسية باستخدام البالونات ويظهر فيها بوضوح منطقة الظل في المركز وهي المنطقة الأكثر إظلاماً يحيط بها منطقة شبه الظل وهي منطقة أكثر إضاءة كما يظهر في خلفية الصورة تفاصيل سطح الكرة الضوئية (الفوتوسفير).

التي تتم دوراتها مع الشمس حول محورها في فترة ٢٥ يوما إلى أقل من ١٠% من عدد البقع الكلي . وبلغت مساحة أكبر بقعة تم تسجيلها حتى الآن والتي ظهرت في عام ١٩٤٧ أكثر من بليون كيلومتر مربع بينما بلغ أطول وقت تم تسجيله لاستمرارية ظهور بقعة شمسية حوالي ١٨ شهرا وكان ذلك للبقعة الشمسية هاتل-الحجم التي رصدت عام ١٨٤٠ .

والبقع الشمسية هي مناطق في سطح الشمس درجة حرارتها أقل بمدة آلاف من الدرجات عما يجاورها من المناطق الغازية ولذا فإنها تبدو أكثر إظلاما أو اسودادا من المناطق المحيطة بها . ويبلغ متوسط درجة الحرارة في منطقة البقعة الشمسية حوالي ٤٠٠٠ درجة مطلقا بينما درجة حرارة الشمس ٦٠٠٠ درجة مطلقا وهذا الفرق في درجة الحرارة هو ما يجعل البقعة الشمسية أكثر إظلاما من المناطق التي حولها رغم لمعانها الذاتي ، وقد يثار تساؤل عن كيفية تكون مناطق باردة نسبيا في وسط محاط بالغازات الساخنة التي لا بد وأن تساهم فوراً في انتقال الحرارة إلى تلك المناطق الباردة لإعادتها إلى متوسط درجة الحرارة المعتاد لسطح الشمس . يرجع العلماء تكون هذه المناطق الباردة إلى تولد مجال مغناطيسي قوي الشدة يصل في المتوسط إلى ٣٠٠٠ جاوس في مناطق البقع الشمسية مما يؤدي إلى انحراف الجسيمات المشحونة ومنعها من الاقتراب من تلك المنطقة ، وبالتالي يتوقف التسخين عن طريق تيارات الحمل بصفة مؤقتة في هذه المناطق ، وتتكون البقع الشمسية . ولقد أدى هذا التفسير إلى الاعتقاد بأن المجال المغناطيسي ينشأ قبل البقع الشمسية وأن البقع تنشأ بفعل المجال المغناطيسي . فإذا سلمنا بهذا فإن المجالات المغناطيسية تكون في هذه الحالة محلية وقائمة بذاتها مما يثير تساؤل آخر عن أصل تكون هذه المجالات المغناطيسية . ذهب بعض العلماء إلى أن هذه المجالات المغناطيسية تنشأ من التيارات الكهربائية الضخمة التي تسري في الشمس كنتاج للكم الهائل من الجسيمات المشحونة .

هذا عن تكون البقع الشمسية فماذا عن اختفائها؟



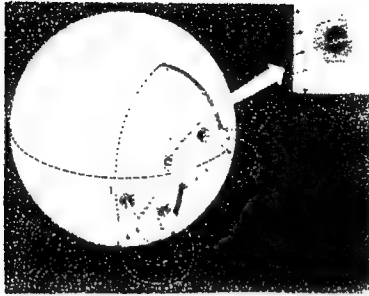
انحراف الجسيمات المشحونة على حدود المجال المغناطيسي في منطقة تكون البقعة الشمسية  
 مما يوقف عمليات التسخين عن طريق تيارات الحمل.

تذهب بعض الآراء إلى أن اختفاء البقعة الشمسية يتم عن طريق تسخين منطقة البقعة عن طريق الفوتونات غير المشحونة والموجودة في المنطقة أسفل البقعة إلى أن يتم التوازن الحراري مع المناطق المحيطة فتختفي البقعة.

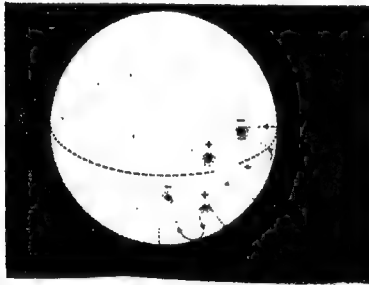
وتتنظم البقع الشمسية عادة بشكل أزواج أو في مجموعات أي أنها لا تحدث فرادى ويمكن أن تحتوي المجموعات الكبيرة على عدة مئات من البقع الشمسية ذات الأحجام المختلفة. وفي حالة البقع التي تظهر على شكل ثنائيات نجد أن هناك بقعة قائدة وأخرى تابعة ومن العجيب أنهما يكونان متضادان في المجال المغناطيسي أي أن أحدهما موجب والأخرى سالبة لذا يطلق عليهما "الزوج ثنائي القطب".

وغالبا ما تظهر للمجموعات على شكل مجموعتان متوازيتان على جانبي خط الاستواء مما أعطى انطباعا على أنه لا بد من وجود سبب لذلك ، ولقد فسّر العلماء هذه الظاهرة بأن المجموعتان المتوازيتان قد نشأتا عن انقسام مجال مغناطيسي حلقي الشكل قادم من باطن الشمس عند السطح على جانبي خط الاستواء. وتظهر في هذه المجموعات أيضا نفس الخاصية السابقة حيث نجد أن كل بقعتين متقابلتين في المجموعتين المتوازيتين متضادتي القطبية.

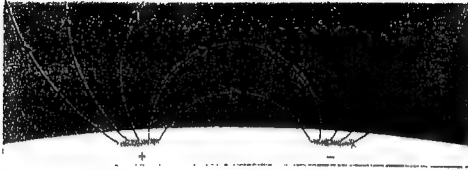
ولا تظهر البقع الشمسية على سطح الشمس بأعداد منتظمة الكثافة ولكن (وهذا في الدائر) قد لا تشاهد أي بقعة شمسية على سطح الشمس في وقت من الأوقات ، بينما تظهر أعداد قليلة في وقت ثان ، وقد تشاهد كثير من البقع في وقت ثالث وهكذا. وبينت الدراسات الإحصائية أن البقع الشمسية تتنظم في دورات ، ويبلغ متوسط طول الدورة ١١ سنة ويعرف هذا للتغير الدوري في عدد البقع الشمسية "بدورة النشاط الشمسي". وتشير البيانات الإحصائية الدقيقة إلى أن الفترة الزمنية بين قمتين تتراوح بين ٧,٣ سنة إلى ١٧ سنة وبين قاعين من ٨,٥ إلى ١٤ سنة كما تشير إلى احتمال وجود دورة بطول ٩٠ سنة بخلاف الدورة المعادة التي يبلغ متوسط طولها ١١ سنة. ولقد دلت الأرصاد المستمرة للبقع الشمسية خلال فترة زمنية طويلة على تركز هذه البقع دائما في المنطقة المحصورة بين خطي عرض ٣٥° شمالا وجنوبا وخط استواء للشمس ولا تظهر البقع الشمسية عند الأقطاب أو بجوارها. فإذا انتهت دورات النشاط الشمسي نلاحظ أنه عند بداية الحضيض للنشاط



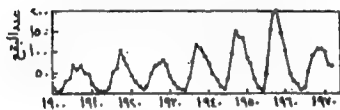
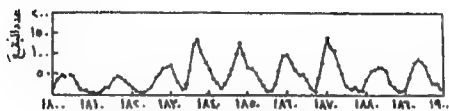
انفجار عقدة مغناطيسية إلى خارج سطح الشمس



زوج من البقع الشمسية متضادي القطبية المغناطيسية  
وتكون قطبية البقعة القائدة سالبة في نصف  
الكرة الشمسية الشمالي وموجبة في نصف الكرة  
الشمسية الجنوبي وتنعكس القطبية في الدورة  
الشمسية التالية عند انعكاس المجال المغناطيسي العام  
للشمس.



المجال المغناطيسي فوق زوج من البقع الشمسية



دورة البقع الشمسية

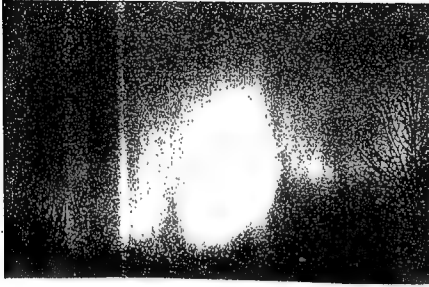


الشمسي تبدأ البقع الشمسية في التكوين على الجانبين الشمالي والجنوبي من خط الاستواء على ارتفاع ٣٠° وبتقدم الدورة تتكون بقع أخرى تابعة أقرب وأكثر قرباً إلى خط الاستواء وعند نهاية الدورة تتكون البقع على بعد يراوح بين ٥٣° و ٥٥° شمالاً من خط الاستواء ومع نهاية الدورة تبدأ البقع في التكون على بعد ٥٣° شمالي وجنوبي خط الاستواء مرة أخرى مطلقة بداية دورة جديدة.

وتسمى الشمس في الأوقات التي تصل فيها أعداد البقع الشمسية إلى أكبر قيمة لها "بالشمس النشطة" بينما تسمى "بالشمس الهادئة" عندما يصل عدد البقع الشمسية على سطحها أقل قيمة.

وهذا آراء تشير إلى وجود علاقات شمس-أرضية بمطى وجود ارتباط ظواهر تحدث على سطح الأرض بظواهر النشاط الشمسي المختلفة منها التأثيرات الاجتماعية والتي تتمثل في اضطراب أعصاب الناس واشتداد عصبيتهم وارتفاع نسبة الطلاق في أثناء دورة دورات النشاط الشمسي. ومنها التأثيرات الاقتصادية التي تكلف سكان الأرض الكثير ولعلنا نتذكر الفوضى وأحداث الشغب والسلب والنهب الشهيرة التي حدثت في مدينة نيويورك في أثناء انقطاع التيار الكهربائي عام ١٩٧٧ في تلك المدينة. وكان ذلك نتيجة لحدوث تاجع شمسي قوي تصادف أن يتزامن مع قمة نهاية عظمى الدورة الشمسية بما زاد الحمل على محطات القوى الكهربائية وأدى إلى انقطاع التيار الكهربائي.

وفي مارس عام ١٩٨٩ ونتيجة لوجود بقعة شمسية كبيرة تتحرك حركة دورانية على سطح الشمس ، تولدت بعض التاججات الشمسية (السلبة الذهب) القوية ، وذلك نتيجة للمجال المغناطيسي الناشئ عن البقعة الشمسية. وقد تسببت هذه التاججات في انبعاث فيزيكي كبير من الأشعة الضوئية الالامعة عبر كل الأطوال الموجية ، مصحوبة بتدفق كبير من الجسيمات عالية الطاقة حيث تهبط البروتونات النشطة في ملفات حلزونية عبر المجال المغناطيسي الأرضي. وتتسبب في توليد تيار كهربائي حتى منخفض التردد في الكابلات الكهربائية المكونة لشبكة الطاقة الكهربائية.



العاصفة المغناطيسية الهائلة التي هبت في ١٣ مارس ١٩٨٩ الناتجة عن تاجع شمسي قوي  
نتيجة لوجود بقعة شمسية كبيرة



صورة أخرى للعاصفة المغناطيسية في ١٣ مارس ١٩٨٩

وفي تمام الساعة الثانية وأربع وأربعين دقيقة من يوم ١٣ مارس من عام ١٩٨٩ ، تسبب هبوب عاصفة مغناطيسية عنيفة في قطع التيار الكهربائي في محطة توليد كهرباء خليج جيمس وسرعان ما تسبب ذلك في انهيار كلي لنظام الطاقة الكهربائية في مقاطعة كويبك. وفي تمام الساعة الثانية وست وأربعين دقيقة إنقطع التيار الكهربائي في مدينة مونتريال ومقاطعة كويبك. وتوقفت المصاعد وأضواء إشارات المرور كما توقفت أنظمة التدفئة في المنازل في هذه الليلة الباردة من ليالي الشتاء. وفي الساعة العاشرة وخمسين دقيقة تم إعادة تشغيل ٥٠% من الخدمات الكهربائية وظلت الكهرباء منقطعة حتى منتصف الليل. ولم يقتصر الأمر على مقاطعة كويبك بل انقطع التيار الكهربائي أيضا في أونتاريو وكولومبيا البريطانية والسويد. وكذلك في بعض محطات القوى المحلية في بنسلفانيا ، ونيوجيرسي ، ونيويورك ، ومريلايد ، ونيومكسيكو ، وأريزونا وكاليفورنيا ولكن لفترات أقصر. وامتد تأثير هذه التلوجات الشمسية إلى إحداث خلل في نظام طبقة الأيونوسفير لمدة عدة أيام فالهاتر وسائل الاتصالات الراديوية مما أدى إلى توقف الإشارات البحرية والملاحية واضطراب جميع وسائل الاتصالات التليفونية.

وكانت هذه التلوجات مكلفة جدا فقد تسببت في خسارة قدرها عشرة مليون دولار نتيجة لتحويل الصلبي في أثناء مراحل تصنيعه بسبب انقطاع الكهرباء إلى خردة. وقدرت خسائر شركة جنرال موتورز لتصنيع السيارات بحوالي ٦,٤ مليون دولار لتوقف خطوط إنتاجها.

كما قدرت خسائر دوائر الاقتصاد الأخرى في كويبك بحوالي عشرة ملايين دولار نتيجة لتوقف الإنتاج أو فساد المنتجات وتعطل المعالجة. كما بينت هذه الحادثة ضرورة تدبير مبلغ ٢ بليون دولار لشركة هيدروكويبك للكهرباء وذلك لتلافي حدوث انقطاع الكهرباء مرة ثانية في حادث مماثل.

وتسبب انهيار شبكة الطاقة الكهربائية وانقطاع التيار الكهربائي في المدن والبلاد الأخرى التي أشرنا إليها إلى خسائر مالية فادحة أيضا. فلقد خسرت الولايات المتحدة ما يقارب من ٢٥ مليون دولار بسبب تكمير محول كهربائي ، كما أصيب قسم صناعي تجاري بأعمال بالغة حيث احترقت فيه بعض الدوائر مما أدى إلى فقد

السيطرة على التحكم في الارتفاع الأمر الذي أدى إلى اختصار عمر القمر في مداره مما أدى إلى خسارة ١٠٠٠ مليون دولار وهكذا نرى مدى الخسارة الفادحة نتيجة لبقعة شمسية واحدة تصرفات بطريقة عدائية حادة. هذا وتؤكد كثير من الدراسات إلى ارتباط للتغيرات المناخية للقاسية والخواصف المناخية الشديدة بالبقع الشمسية.

ولقد أرغمت النظم الاجتماعية الحالية المعقدة تكنولوجيا الإنسان على مد نشاطه من أدنى طبقات الغلاف الجوي للأرض إلى سطح الشمس ، لتصبح السماء ضمن غطاء بيتنا التي يجب علينا أن نهتم بها ، وتعرف عليها معرفة مستفيضة ، والأمثلة على ذلك كثيرة. فها نحن نجد أن تأثيرات النشاط الشمسي كما تؤثر في الأرض يمتد تأثيرها إلى الفضاء الكوني وتتسبب في فقد القمر الصناعي "إيك" وإلى تأخير إقلاع تلسكوب هابل وكذلك في العودة المبكرة للمحطة الفضائية "سكاي لاب" إلى سطح الأرض عام ١٩٧٩ قبل إتمام المهام الملوطة بها.

ولقد كانت الآراء التي تشير إلى وجود علاقة ارتباط بين عدد البقع الشمسية التي تمثل النشاط الشمسي وتأثيرات مناخية على سطح الأرض مثارا دائما للجدل بين العلماء ويرى المؤيدون للرأي القائل بوجود هذه العلاقة ، في الطقوس السيء الذي تعرضت له أوروبا الشمالية فيما بين عامي ١٦٤٠م و ١٧٢٠م والذي تزامن مع خلو سطح الشمس تقريبا من البقع الشمسية حيث أطلق على هذه الفترة حد "مس موندر" الأدنى دليلا قاطعا على صحة رأيهم. حيث ربطوا بين فترة الهدوء الشمسي هذه وما أطلق عليه العصر الجليدي المصغر في أوروبا الشمالية.

ويبدو هذا الموضوع أكثر إثارة إذا ما عرفنا أن اختبارات التأثيرات المناخية الشمس-أرضية يمكن أن تعود إلى الوراء أكثر باستخدام حلقات الأشجار لاستنتاج معدل إنتاج (نظير الكربون ١٤) فماذا عن حكاية هذه الحلقات الشجرية ؟

تتعرض الأرض بصفة مستمرة إلى فيض منهم من الأشعة الكونية التي تتميز بعلاقة عكسية مع دورات النشاط الشمسي. فعندما تكون الشمس نشطة أو بمعنى آخر في الفترات التي تزايد فيها عدد البقع الشمسية ، تتطلق من الشمس عواصف تطلق عليها الرياح الشمسية. تلك الرياح التي تقوم بإضعاف الأشعة

الكونية وحمايتها منها. أما في حالة الشمس الهادئة أو في الفترات التي تتميز بقلّة عدد البقع الشمسية على منطج الشمس ، تصل الأشعة الكونية إلى جو الأرض بفرازة وتحول للتروجين إلى نوع خاص من الكربون يسمى (الكربون ١٤). وكما نعرف فإن نواة ذرة الكربون في الحالة العادية تحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات ، أما في حالة صورة الكربون غير المستقر والذي نطلق عليه (كربون ١٤) ، وتتسبب الأشعة الكونية في تكويده ، فإن نواته تحتوي على ستة بروتونات وثمانية نيوترونات. ويسبب هذا النوع من ذرات الكربون في ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو ، حيث يتم امتصاصه بواسطة الأشجار والنباتات ، وبتحلل الكربون بسرعة معينة لينتهي إلى شكل الكربون المستقر أي (كربون ١٢). فإذا كان لديك شجرة ذات عمر معلوم ، وقمت بعمل قطاع عرضي في جذعها فإنك تستطيع العودة بالتاريخ وذلك بقياس كمية (الكربون-١٤). حيث تمثل حلقات الأشجار المصدر المثالي لذلك. إذ أن كل حلقة من حلقات الشجرة تمثل ما يقرب من سنة. وتعتمد نسبة الكربون-١٤ على العمر المعروف للحلقة ، وكثافة الأشعة الكونية في تلك السنة. وهكذا يمكن أن تمددنا حلقات الأشجار بسجل تاريخي عن المناخ.

وقد وجد أن معدل إنتاج الكربون-١٤ كان أكبر من العادي خلال فترات حد شهور في الفترة من بين ١٤٢٠م-١٥٧٠م ، وحد مس موندر في الفترة ما بين ١٦٤٥م-١٧١٥م وهي الفترات التي اختلفت فيها البقع الشمسية من على سطح الشمس تقريبا أي هي فترات الحد الأدنى للنشاط الشمسي. ما يشير إلى أن تركيز الكربون-١٤ ، إنما يشكل مؤشرا عكسيا للنشاط الشمسي. أو بمعنى آخر ، فإن نشاط شمسيا كبيرا يقابله تركيزا قليلا للكربون-١٤ ، والعكس صحيح وعلى هذا فربما كانت تلك الآراء التي قالت أن عدة بقع أو لمخات صغيرة على سطح الشمس قد تغير مجرى التاريخ على قدر كبير من الصواب.

ب- شعلات الفوتوسفير :

عندما تتكون البقع الشمسية بالقرب من حافة الشمس تكون مصحوبة بمساحات لامعة ومرتفعة تعرف باسم الشعلات الفوتوسفيرية وذلك لتكونها في المنطقة الضوئية. وكلما تحركت البقع الشمسية ناحية مركز الشمس يقل بريق

الشعيلات ومن ثم يصعب رؤيتها مقارنة بالبريق اللامع لقرص الشمس. ولقد وجد أنه في كثير من الأحيان يتم اكتشاف ظهور الشعيلات قبل تكون البقع الشمسية مما قد يجعلها وسيلة للتنبؤ عن قرب ولادة بقعة شمسية وفي بعض الأحوال الأخرى يستمر وجود الشعيلات الفوتوسفيرية بعد اختفاء البقعة الشمسية مما يجعلنا نعتقد أن الشعيلات الفوتوسفيرية أكثر ارتباطا بالجال المغناطيسي من البقع الشمسية بل وأن الجال المغناطيسي هو مصدرها معا.

وبخلاف البقع الشمسية التي لا يمكن أن تظهر على ارتفاع أكثر من ٥٣٥ شمال أو جنوب خط الاستواء الشمسي فإننا نلاحظ ظهور بعض الشعيلات الفوتوسفيرية على ارتفاعات أكثر من ذلك. ويمكن تفسير هذه الظاهرة بأن المجالات المغناطيسية التي تسببت في نشأة هذه الشعيلات كانت أضعف من أن يتولد عنها بقع شمسية.

#### ج- شعيلات الكروموسفير :

وهي مناطق ومساحات لامعة في الطبقة اللوئية ، تنشأ مصاحبة للبقع الشمسية مثلها في ذلك مثل شعيلات للفوتوسفير. كما أنها قد تتواجد أيضا قبل ميلاد البقعة الشمسية وقد تشاهد بعد اختفائها. وفي الواقع يمكن القول أن الشعيلات الفوتوسفيرية والشعيلات الكروموسفيرية متصاحبتان وأنه إذا حدث وشوهدت الشعيلات الكروموسفيرية دون مشاهدة الشعيلات الفوتوسفيرية فإن ذلك لا يرجع إلى عدم تكون الأخيرة وإنما يرجع إلى صعوبة مشاهدتها مقارنة بلمعان الطبقات الضوئية الشديد.

#### د- اللقوات الشمسية :

وهي ظواهر تشاهد مع البقع الشمسية وهي عبارة عن روافد هائلة من الغاز ترتفع من الكروموسفير في الكورونا ويمكن أن تأخذ أشكالا عديدة ويسود الاعتقاد أحيانا أن اللقوات تتكون أولا في الكورونا ثم تهبط إلى الكروموسفير.

وتقسم اللقوات إلى قسمين :

- اللقوات الهادئة :

وهي تلك التي تتطور ببطء ويصل طول النوء الواحد إلى ١٢٠٠٠٠ كم وعرضه في المتوسط إلى ٤٠٠٠٠ كم وتظهر على شكل فتائل داكنة طويلة وهذا يدل على أنها مناطق باردة أي أكثر برودة من مناطق الكورونا إلى تنفذ خلالها وقد قدر العلماء درجة حرارة النوءات الهائلة بحوالي ١٨٠٠٠ م بينما درجة حرارة الكورونا تصل إلى المليون وقد وجد أن كثافة هذه النوءات أكبر من كثافة الكورونا بأكثر من مائة مرة ويحتمل أن تحتوي هذه النوءات على غاز الهيدروجين المتأين وقد تبقى هذه النوءات لبضعة شهور وقد تتحرك النوءات الهائلة بعيدة عن منطقة البقع الشمسية ولا تراقبها بعد ذلك أبدا.

#### - النوءات النشطة :

هي أكثر لمعانا من النوءات الهائلة وتصل درجة حرارتها إلى حوالي ٥٤٠٠٠° وإذا فإنه يسهل دائما مشاهدتها وهي بخلاف النوءات الهائلة مرتبطة بالبقع الشمسية ولا تغادر أبدا أماكن نشاطها وتتشكل هذه النوءات غالبا على أشكال حلزونية وربما قطار كبير حيث تصل هذه القطار بين بقعتين متضادتي القطبية. كما وأن هناك نوع ثالث من النوءات يسمى بالنوء المندفع وذلك في حالة ما يخرج النوء من الشمس بالنفخ شديد.

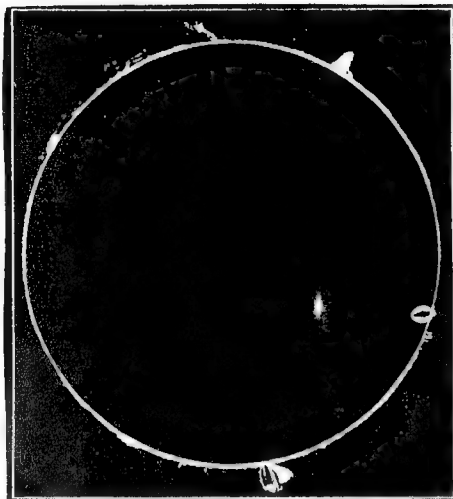
#### هـ- السنبيلات :

وهي من الظواهر الشمسية التي يمكن رؤيتها في جميع الأوقات ولا علاقة لها بالاضطرابات المغناطيسية حيث أنها تنشأ في مناطق غير مضطربة وهذه الظواهر هي السنبيلات وهي عبارة عن نفثات من الغاز الملتهب تتطلق بسرعة تتراوح بين ٢٠ ، ٣٠ كم/ث من قمة الكروموسفير وتصل إلى ارتفاعات عالية وبعد أن تصل إلى أعلى ارتفاع لها تنزل معلقة لبعض الوقت ثم تختفي متدفقة نحو الأسفل من هذه الارتفاعات الكبيرة وكأنها مطر ناري وعمر السنبيلات قصير فهو لا يتعدى خمس دقائق.

#### و- التاج الشمسي - الوهج الشمسي - السنة الذهب

هو ظاهرة مرئية تظهر فجأة حيث تحدث على سطح الشمس فورانات كبيرة من الطاقة مغطية عدة ملايين من الكيلومترات المربعة من سطح الشمس ويظهر





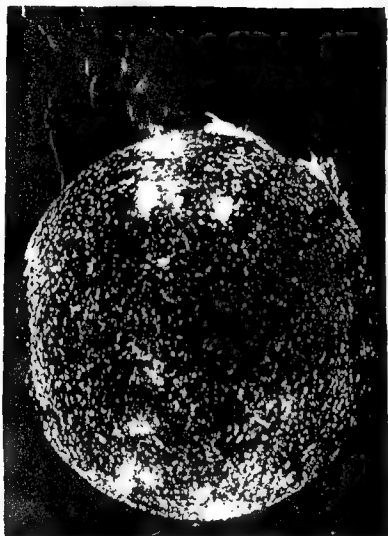
صورة مأخوذة للشمس في ضياء الكالسيوم خلال كسوف ٩ ديسمبر ١٩٢٩. ويظهر الكروموسفير على شكل كرة لامعة ويظهر نتوء نشط يرتفع في الهالة الشمسية إلى ارتفاع ١٥٠,٠٠٠ كم عدد مواقع على الحافة. أما النتوء المميز في أسفل الصورة فهو عبارة على نتوء على شكل حلزوني أو عروة نشأ في منطقة اضطراب تتميز بمجال مغناطيسي محلي نشط. ويمثل شكل النتوء مسار خطوط القوى المغناطيسية التي تنحني إلى أعلى في اتجاه الكورونا ثم تعود مرة ثانية.



الشكل التركيبي للنوء ولجده متماثلا مع نموذج نظري تم تحليله بالحاسب الآلي لخطوط القوى  
المغناطيسية الموجودة في منطقة النوء.



نتوء نشط عملاق على شكل عروة مغلقة وعلى الرغم  
 من أن مظهر العروة يوحي بأن المادة الملتهبة  
 تتدفع من الشمس عبر إحدى فرعي العروة وتعود عبر  
 الفرع الآخر إلا أن الصور الحركية أثبتت أن  
 المادة الملتهبة إنما تتجمع من الكورونا عند قمة  
 العروة وتهبط إلى الكروموسفير عبر فرعي  
 العروة.



ننوء مننفع ضننم تم نصویره بآستخدام المحطة القضاآیة سکاى لاب



أكبر ثوء تم تصويره حتى الآن ويبدو على شكل قنطرة



صورة لتاج شمسي منقح

فجأة على شكل هريق شديد من الضوء يتطور إلى منطقة شعيله كروموسفيريه وحيث الأخيرة ترتبط بالشعيله الفوتوسفيريه والبقع الشمسية فإن هذا يعني أن التاج يحدث قريباً جداً من مجموعة بقع شمسية. وتتصف ظاهرة الوهج بنموها السريع حتى لتصل إلى أقصى شدة لها خلال عدة دقائق كما وأنها تختفي خلال فترة زمنية تتراوح ما بين ١٠-١٥ دقيقة إلى عدة ساعات تبعاً لحجم الوهج. ويتولد عن التاجات الكبيرة عواصف من البروتونات والجسيمات المشحونة تتداخل مع الاتصالات اللاسلكية على الأرض وتلعب دوراً تخريبياً في الاتصالات الراديوية وينشأ من هذا النوع من التاجات عدد قليل ، لا يزيد عن اثنين أو ثلاثة في العام الواحد ، وفي معظم الأحيان يكون التاج الكبير متبوعاً بتاجات صغيرة كثيرة في خلال عدة أيام.

وينشأ عن التاجات الكبيرة ضوء قطبي شديد يطلق عليه اسم الوهج القطبي أو الشفق القطبي. ويلجم الشفق القطبي عن أجزاء من ذرات (الكترونات ذات شحنة سالبة وبروتونات موجبة) قذفت بها الشمس ثم تفاعلت مع المجال المغناطيسي للأرض. ويقوم هذا المجال بزيادة سرعة هذه الجسيمات ، وتصطدم بالذرات التي في جونا وتمزقها و يلجم عن ذلك ومضات ضوء.

وحتى نرى الشفق القطبي فلإننا نحتاج إلى طقس صاف وأن نكون بعيدين عن خط الاستواء والأفضل أن نكون قريبين من القطبين.

وبينما تعتبر العواصف الجسيمية الناشئة من التاجات الضخمة أحداثاً كبيرة فلإننا نجد الأرض تتعرض لتيارات أصغر وأقل طاقة وتسمى هذه التيارات بالرياح الشمسية ، وتنشأ هذه الرياح بسبب ارتفاع درجة حرارة الكورونا لدرجة تكفي لإكساب الجسيمات سرعات كبيرة تمكنها من الهروب من جاذبية الشمس. وتبلغ هذه السرعات قدراً يتراوح ما بين ١٨٠ كم إلى ٦٥٠ كم/ث ، ويعتقد أن معظم مادة الرياح الشمسية يتم تغذيتها من الكورونا عن طريق السنبيلات التي تتبع باستمرار من الكروموسفير.





## الفصل الثاني

# الطاقة الشمسية



تعتبر الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة النظيفة التي لم يستغلها الإنسان كما يجب ، والتي ينتظر أن تحتل دورها في المستقبل كمصدر رئيسي وهام من مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فمع نهاية القرن القادم سيشهد العالم غروب شمس العصر الذهبي للطاقة الرخيصة. وإن لم يكن العالم قد أستعد لهذه اللحظة فاستبدل المصادر التقليدية للطاقة بمصادر أخرى ، فليس أمامه إلا العودة إلى العصور المظلمة الباردة التي عانى منها أجداده الأولون.

وتمثل الطاقة بكافة أشكالها دورا أساسيا وجوهريا في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للإنسان ، فهي القوة الدافعة لتقدم الصناعة ، ولتحقيق رفاهية الجنس البشري ، وقد كانت التشكيلات الاجتماعية ومبتويات الإنتاج كما ولوعا تتحدد دورا بمستوى الطاقة. ونعني بذلك مصادر الطاقة المتوافرة في عصر معين والقدرة التكنولوجية ونمط المعارف السائدة والمقدرة على استخدامها في الإنتاج. فنجد انه في العصور البدائية انحصرت حاجة الإنسان الأولية للطاقة في صورة حاجته إلى غذاء يسد به رمقه ، ويساعده على أداء وظائفه الحيوية ، حيث بلغ مقدرا الطاقة التي يحتاجها حوالي ثلاثة آلاف سعر حراري. وبعد اكتشاف الإنسان للنار وتطويعها حدث تغير أساسي في نمط غذاء الإنسان مما أدى إلى تحسين نوعية حياته ، وقال سبحانه وتعالى في كتابه الكريم :

﴿وَلَقَدْ آتَيْنَا الْبَنِيَّانَ الْمِيزَانَ  
وَإِذَا تَوَلَّوْا الْمِيزَانَ  
كَانُوا بِهِ نَاقِضِينَ﴾

(الحى جعل لهم من العبر الأخضر نارا فإذا أنتم منه توقدون)

صدق الله العظيم

(يس ٨٠)

﴿وَلَقَدْ آتَيْنَا الْبَنِيَّانَ الْمِيزَانَ  
وَإِذَا تَوَلَّوْا الْمِيزَانَ  
كَانُوا بِهِ نَاقِضِينَ﴾

﴿أفزعهم النار التي تروون﴾ بأنتم أنهاره شجرة كما أم نحن المبهلون ﴿ نحن جعلناهم  
تدخروا ومناجنا للمهوين فسبح باسم ربك العظيم﴾

صدق الله العظيم

لؤلؤة (٧١-٧٣)

نعم لقد تحسنت نوعية حياة الإنسان بعد اكتشاف النار ، حيث تمثل ذلك في ارتفاع استهلاك الإنسان للطاقة حيث أصبح استهلاك الفرد حوالي ثمانية الآلاف سعر حراري يوميا . حدث هذا على الرغم من زيادة عدد السكان ، مما يدل على أن زيادة السكان لم تؤثر في تحسين نوعية الحياة بالنسبة للفرد الذي أصبح يستهلك قدرا من الطاقة يكافئ كمية الطاقة الناتجة من حرق أربع مائة كيلوجرام من الفحم يوميا ، وبذلك ارتفع وارتقى استهلاك المجتمع البشري خلال عصور ما قبل الزراعة إلى ما يكافئ أربعة ملايين طن سنويا .

واصل معدل استهلاك الفرد للطاقة ارتفاعه المستمر بدءا من عصر الزراعة حيث وصل استهلاكه إلى حوالي إثنا عشر ألف سعر حراري مرورا بعصر الأتة البخارية حيث بلغ ما يكافئ حوالي أربعة أطنان من الفحم الحجري لكل شخص سنويا . وفي نهاية القرن التاسع عشر أصبح استهلاك الفرد في المجتمع الصناعي حوالي خمس وسبعون ألف سعر حراري في اليوم . ومع بداية الثورة الصناعية وحتى اليوم وما صاحب ذلك من تطور هائل في التكنولوجيا على نحو يصعب ملاحظته ، تزايدت معدلات استهلاك الطاقة في المجتمع البشري حتى بلغ معدل استهلاك الفرد في الولايات المتحدة الأمريكية لدى بداية السبعينات من هذا القرن حوالي ربع مليون سعر حراري في اليوم . ولكن علينا أن نأخذ في الاعتبار أن هذا المعدل لا يمثل مقياسا عاما لاستهلاك الفرد للطاقة ، حيث أن وضع الطاقة المجتمع الأمريكي أفضل من أوضاع الدول الأوروبية المتقدمة . ويكفي أن نعرف أن معدل استهلاك الفرد في أمريكا في السبعينات حوالي ثمانين مرة قدر ما كان يستهلكه الفرد في العصور البدائية . بينما يتدنى مستوى استهلاك الفرد في الدول النامية في السبعينات ليصل حده الأدنى إلى حوالي ثلاثة آلاف سعر حراري للفرد يوميا ، وهو رقم يرجع بمعدل استهلاك الطاقة إلى ما كان عليه في العصور البدائية إن لم يكن أقل .

ويقاس التقدم الذي وصل إليه الإنسان بشكل أو بآخر بالآلاف الآلات التي اخترعها والتي اختلفت من عصر لآخر بحسب مصدر الطاقة المستخدم في تشغيلها ، وبالتالي اختلفت فاعليتها وكفاءتها . على سبيل المثال لا يمكن المقارنة بين

استخدام طاقة الرياح في تسير السفن الشراعية بالسفن الحديثة والتي تمخر عوالب البحار والمحيطات بسرعات عالية أو الغواصات التي تسير بالطاقة النووية في عصرنا الحديث. كما لا يمكن مقارنة القاطرات البخارية التي استخدمت بعد -صغر الفحم بالقاطرات الحالية التي تسير بسرعات جاوزت مئات الكيلومترات في الساعة كما من اليابان مثلا والتي أنت إلى سهولة الانتقالات والاتصالات.

إن انتقال الإنسان من مستوى حضاري إلى مستوى آخر كان يتحدد دائما بمصدر الطاقة المتاحة وإمكانية استغلاله وكان يصاحب هذا الانتقال مرور الإنسان بأزمات نتجت عن اختلال ميزان الطاقة.

ويرتبط نوع التقدم الصناعي ويتحدد اتجاه الصناعات التي يمكن أن تزدهر ، تبعاً لنوع الطاقة المتوفرة في ذلك العصر. ويقدم التاريخ دلائل وبراهين على هذه العلاقة . فلقد أرتبط ظهور الفحم الحجري مثلاً بشكل أو بآخر بالقاطرات والسكك الحديدية ، حيث كان الفحم مصدراً جيداً لطاقتها الميكانيكية ، فتطورت نتيجة لذلك القاطرات. ومدت شبكة مترامية الأطراف من السكك الحديدية وهذا بدوره أدى إلى كشف مناجم فحم جديدة. وأصبح موقع المنجم وبعده عن مصادر الاستهلاك عاملاً ثانوياً في تحديد قيمته ، لأن قاطرات السكك الحديدية أصبحت عنصرًا فعالاً في نقل الفحم لمسافات بعيدة بتكلفة اقتصادية مقبولة.

وعلى الرغم من أن تطور وتلوع مصادر الطاقة يساهم في زيادة رفاهية الإنسان وتمتعه بحياة سهلة وسلسة إلا أنه سلاح ذو حدين ، فمع تطور الطاقة وازدياد اعتماد الإنتاج على الآلة ، يبدأ الاستغناء عن كثير من العمالة التي كانت تؤدي العمل بأيديها. وذلك لأن الآلة قد قامت بدور العدد الكبير منهم ، وتبدأ مأساة الإنسان مع البطالة والتاريخ خير شاهد على صحة هذا الموضوع.

وتؤثر الطاقة في توزيع الكثافة السكانية في المجتمعات العمرانية. فلقد أدى اكتشاف الأنواع الجديدة من الطاقة وتطورها إلى هجرة الإنسان من القرية إلى المدينة ، وإلى التجمعات الصناعية مما غير في توزيع الكثافة السكانية ومناطق تركز السكان في العالم ، الأمر الذي انعكس وبشدة على الإخلال في التوازن البيئي.

من المعروف أنه وعلى امتداد التاريخ ، كانت الغالبية من سكان العالم من أهل الريف ونما عدد التجمعات وحجمها على نحو غير متواصل ، ويزداد النمو حيناً ويضعف أحياناً أخرى على مدى آلاف عديدة من السنين الخالية. لكن الانتشار الواسع للمناطق المدنية الذي برز الآن بوضوح حول العالم ، هي ظاهرة خاصة بالقرن العشرين إلى حد كبير ، فحتى عهد قريب نسبياً في عام ١٩٠٠ كان أقل من ١٤% من سكان العالم يعيشون في المدن.

وفي القرن التاسع عشر تصافر التقدم التكنولوجي مع الكميات الهائلة من إمدادات الطاقة لتشجيع تطور المدن الحديثة الكبيرة ونموها. ففي عام ١٨٠٠م عشية الثورة الصناعية ، كان حوالي ربع البريطانيين فقط يقيمون في المدن. وما أن حل عام ١٩٠٠ حتى كان ثلثا السكان يتركزون في المدن ، وقد استمد هذا النمو طاقته من الفحم الحجري الذي حل محل الخشب وصار المصدر الأول للطاقة في أوروبا آنذاك. ثم جاء البترول بعد ذلك بديلاً للفحم ، وكان استخدام البترول السبب الرئيسي في نمو المدن الهائل في أواخر القرن العشرين إذ أنه كان مصدر الطاقة للنقل ولترسيخ قواعد العمليات الصناعية. وساعد البترول المدن أيضاً بأن مكّنها من تطويل خطوط تموينها ، وفي استجلاب الموارد مثل الطعام والمواد الأولية الخام من نقاط بعيدة ، وكان البترول الرخيص ، والسياسات الاقتصادية التي تشجع التصنيع السريع متضامنين في دفع النمو المدني في موجه هائلة ما زالت تندفع في أرجاء البلاد النامية. وقد كان نشوء المجتمعات المدنية يُعد دائماً علامة أساسية للنجاح الاجتماعي والاقتصادي في إطار التاريخ الإنساني. ولكن هناك علامة خطر لا يمكن أن نتجاهلها ، وهي أن النمو السكاني لقاطني المدن المتزايد ، والذين بلغ عددهم حتى الآن إلى حوالي ٤٣% (أو ما يزيد) من سكان العالم ، جعلهم يستولون على نصيب أكبر مما يخلوهم عددهم الحصول عليه من موارد المجتمع المالية والطبيعية. ويتركون وراءهم قديراً غير مناسب من النفايات وما ينتج عنها من مشاكل تلوث البيئة.

أدى توسع المدن في العالم الثالث بالصورة المتسارعة والمرتبطة بتطور وتنوع مصادر الطاقة إلى اتباع سياسات تقدم مصالح المدن على مصالح الأرياف ،

مما دفع بأهالي الريف إلى الهجرة إلى المدن ، وبالتالي هبوط معدل الاستثمار الزراعى وما نعرفه من آثار سلبية تابعة لذلك.

إن زيادة النمط الاستهلاكى للطاقة فى العالم اجمع علاوة على التوزيع غير المتكافئ لاستهلاك الطاقة بين الأفراد فى دول العالم المختلفة (نصيب الفرد فى الولايات المتحدة الأمريكية من مصادر الطاقة يساوي عشرة أطنان من الوقود ، بينما كان نصيب الفرد من الطاقة فى الهند يساوي ٠,٢ طن أي خمسين مرة أقل من نصيب الفرد الأمريكى) يطرح سؤالا هاما جداً :

هل يواجه الإنسان أزمة فى الطاقة ؟

إن أحداث حرب أكتوبر المجيدة عام ١٩٧٣ ، وكذا أحداث حرب الخليج وما نشأ عنها من إجراءات اقتصادية لاحتواء أزمة الطاقة وفى مقدمتها رفع أسعار النفط فى العالم ، علامة بارزة فى تاريخ الطاقة ودعوة عقلانية لتقبل الحقيقتين التاليتين وفهماهما :

١- إن عهد الطاقة الرخيصة قد ولى ، ولا يتوقع أن يعود إلا من خلال تحقيق إنجاز غير متوقع على الصعيد التكنولوجى.

٢- إن مصادر الطاقة التقليدية كالنفط ، والفاز ، والفحم ، كنيرها من مصادر ثروات الأرض قابلة للنضوب وإنها إن لم تستهلك بالموال الأمل ، فقد تفاجئ العالم بأزمات حادة.

ويعتبر إدراك هاتين الحقيقتين عاملاً رئيسياً فى تحديد الحضارة الإنسانية فى العهود المقبلة. ونتيجة لذلك تبلورت مفاهيم جديدة للطاقة فى الوقت الحالى ، وظهر اتجاه إلى تصنيف مصادر الطاقة إلى مجموعتين :

مجموعة أنظمة الطاقة الكبيرة وتضم :

طاقة الانشطار النووى ، طاقة الاندماج النووى والطاقة الشمسية.

أما المجموعة الثانية فهى مجموعة أنظمة للطاقة الصغيرة والتى تضم :

طاقة الكتلة الحيوية ، طاقة المد و الجزر ، طاقة الرياح ، طاقة حرارة المحيط ، الطاقة الشمسية والطاقة المائية.

ونلاحظ أن أنظمة الطاقة الصغيرة أنظمة متعددة ، وإسها تضم الطاقة الشمسية التي تدخل أيضاً ضمن أنظمة الطاقة الكبيرة والسبب في ذلك أنه بتوافر الإمكانيات التكنولوجية في المستقبل يمكننا بناء محطة قدرة كهربية تعمل على الطاقة الشمسية لا تقل قدرتها عن ١٠٠ ميجا واط وفي هذا الحالة لا بد وأن تنتمي الطاقة الشمسية إلى أنظمة الطاقة الكبيرة. وفي نفس الوقت يمكننا استغلال طاقة الشمس في تسخين الماء مثلاً أو في تشغيل خلية ضوئية مما يجعلها تدرج ضمن أنظمة الطاقة الصغيرة.

ويجدر الإشارة إلى أن الإنسان لا يمكن الاعتماد على مجموعة أنظمة دون غيرها ، بل لا بد وإن تتطور الأنظمة جميعها بشكل تكاملي خوفاً من حدوث اختناقات مؤقتة تنتج في الأساس عن الاتجاهات السياسية والاستراتيجية تماماً كما يحدث في النظام الغذائي الدولي ، حيث أن ظهور المجاعات أو نقص الغذاء في بعض الأقطار إنما هو نتيجة السياسات الدولية ولا علاقة له البتة بالكمية الفعلية للغذاء المنتج عالمياً.

مما سبق نستطيع أن نؤكد على الأهمية البالغة للطاقة الشمسية لكونها من أنظمة الطاقة الكبيرة ، وأنظمتها الصغيرة في نفس الوقت ولضخامة حجمها ولأنها من أنظف صور الطاقة التي لا تسبب أي تلوث بيئي. ولكن نرى ما هو مصدر هذه الطاقة الجبارة الهائلة ؟

تتولد الطاقة الشمسية الهائلة نتيجة لعملية الانكماش التآزلي - التفاعلات النووية ويساهم الانكماش التآزلي في توليد الطاقة في اللجوم بصفة عامة ، ولتبسيط فهم هذه العملية نفترض أن النجم عبارة عن كرة ملتهبة من الغازات واقعة تحت تأثير قوتين هما ضغط الغازات في اتجاه الخارج ، وقوة جذب المادة إلى الداخل في اتجاه مركز النجم . فإذا تغلبت قوى الجذب إلى الداخل على قوى ضغط الغاز إلى الخارج إنعدم التوازن وبدأ انكماش النجم. وفي الواقع أن هذه العملية تتم ببطء شديد جداً بحيث أنها قد تستغرق عدة ملايين من السنين. وقد يحدث هذا الانكماش في كل أجزاء النجم أو يكون محدوداً في جزء معين منه.



وتحدث عملية الانكماش التجاذبي ببساطة شديدة عندما يتم استهلاك جزء من الوقود النووي في المنطقة المركزية للنجم وتقل الطاقة النووية ، ونتيجة لذلك يتحرك كل عنصر من مادة النجم إلى الداخل وتقل طاقة وضعه الأمر الذي يجعل الانكماش التجاذبي مصدراً للطاقة.

ولزيادة إيضاح العبارة الأخيرة والتي قد يستغلق فهمها على البعض ، دعونا نتذكر معاً مبدأ ثبات الطاقة والذي ينص في أبسط مفاهيمه أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم. وتبعاً لهذا المبدأ فإن الطاقة الكلية في باطن النجم يجب ألا تتغير في أثناء عملية الانكماش التجاذبي. لذلك فإنه يترتب على النقص الحادث في طاقة الوضع زيادة في صورة أخرى من صور الطاقة فلما أن تزيد الطاقة الحركية للغاز وما يترتب على ذلك من زيادة درجة الحرارة أو تزداد كمية الطاقة الإشعاعية للنجم. وهذا ينشأ سؤال هام ، كيف تتوزع كمية الطاقة الناتجة بين هاتين الصورتين (الحركية والإشعاعية) ؟ بينت الدراسات النظرية أن نصف كمية الطاقة الناشئة عن الانكماش التجاذبي تتسبب في رفع درجة الحرارة أما النصف الآخر فإنه يخرج على هيئة طاقة إشعاعية.

كان من الطبيعي أن يتساءل العلماء : هل من الممكن أن يكون الانكماش التجاذبي هو المصدر الوحيد للطاقة الشمسية ؟ ، للإجابة على هذا التساؤل حاول فريق من العلماء حساب الفترة الزمنية التي تستغرقها الشمس في الإشعاع بنفس معدلها الحالي لو كان مصدر طاقتها ناشئ عن الانكماش التجاذبي فقط. بينت الحسابات أن الشمس تستطيع أن تستمر في إشعاع الطاقة بمعدلها الحالي لو كان الانكماش التجاذبي هو المصدر الوحيد للطاقة لمدة ٢٠ مليون سنة منذ بدء عملية الإشعاع. وحيث أن الأدلة الجيولوجية تشير إلى أن عمر القشرة الأرضية يصل إلى عدة بلايين من السنين. وأن المفروض على الأقل أن يكون عمر الشمس مساوياً لعمر الأرض ، كما وإن الخطأ في الحسابات لا يمكن بأي حال من الأحوال أن يصل إلى حد يجعل النتيجة أقل ١٠٠ مرة من قيمتها. فإن هذا يؤكد أنه على الرغم من أن الانكماش للتجاذبي يعتبر مصدراً رئيسياً من مصادر الطاقة في خلال فترة

قصيرة من فترات تطور النجوم ومنها الشمس إلا أنه لا بد من وجود مصدر أخضر مسئول عن الجزء الأعظم من الطاقة الشمسية.

لم تمض فترة طويلة من الزمن ، حتى اكتشف العلماء أن هذا المصدر ما هو إلا التفاعلات النووية في داخل الشمس حيث تعتبر النجوم ومنها الشمس طبعاً مفاعلات نووية جبارة وفي هذا الجزء سوف نحاول تبسيط مفاهيم التفاعلات النووية داخل النجوم ومنها للشمس.

من الضروري أن نبدأ موضوع التفاعلات النووية متسائلين هل تصلح جميع العناصر الموجودة في مادة باطن النجم أن تدخل في التفاعلات النووية المتسببة في تحرر الطاقة؟.

بينت الدراسات النظرية المعقدة ، حتمية استبعاد كل العناصر الموجودة في باطن النجم ما عدا العناصر الخفيفة جداً كمصادر للطاقة.

تنتج الطاقة الناشئة عن التفاعلات النووية من الفرق بين مجموع كتل الجسيمات الداخلة في التفاعل النووي ومجموع كتل الجسيمات الناتجة منه حيث يتحول هذا الفرق في الكتلة إلى طاقة وذلك تبعاً لمعادلة أينشتاين التي تنص على أن:

$$\text{الطاقة} = \text{فرق الكتلة} \times \text{مربع سرعة الضوء}$$

وحيث أن الهيدروجين هو العنصر السائد في تركيب مادة الشمس والنجوم بل وفي الكون كله ، فإن أهم التفاعلات النووية المولدة للطاقة في النجوم والشمس هو ما يطلق عليه اسم تفاعل (بروتون - بروتون).

ويشكل اصطدام نواتين من الهيدروجين نقطة البداية في تفاعل بروتون - بروتون ، والذي يحدث بالانماج أربعة نويات هيدروجين متحولة إلى نواة هليوم واحدة.

وبدراسة هذا التفاعل يمكننا فهم مبدأ نشأة الطاقة بسبب فرق الكتلة ما بين المواد الداخلة في التفاعل والناتجة منه وذلك بحساب الزيادة في كتلة أربعة ذرات هيدروجين عن كتلة ذرة هليوم واحدة فنجد :

$$\text{كتلة أربع ذرات هيدروجين} = 1,0075 \times 4 = 4,03000 \text{ وحدة كتل ذرية.}$$

$$\text{كتلة ذرة هليوم} = 4,00130 \text{ وحدة كتل ذرية.}$$

فرق الكتلة = ٠,٠٢٨٧٠ وحدة كتل ذرية.

وتبعا لمعادلة اينشتاين فإن هذا التفاعل يؤدي إلى طاقة مقدارها  $4,283 \times 10^6$  أرج أي ما يساوي ٢٦,٧٣ مليون إلكترون فولت.

وهناك تفاعلات نووية أخرى تعمل على توليد الطاقة في النجوم مثل تفاعل دورة (الكربون - النيتروجين) ويحدث هذا التفاعل في باطن النجوم عند درجة حرارة أكبر من ٢٣ مليون درجة مطلقا ، إذا ما توافر عنصران الكربون والنيتروجين في مادة للنجم نسبة تقارب بنسبة تواجدتهما في الشمس.

وفي هذا التفاعل أيضا يحدث اندماج بين كل أربع أنوية هيدروجين لتتحول إلى نواة هليوم واحدة ويقتصر دور الكربون هنا على كونه عامل مساعد ، حيث يتم خروجه مرة أخرى بعد إتمام خطوات التفاعل ، وتكرر نفس الحالة أي نوع آخر من التفاعلات النووية التي تسبب انطلاق الطاقة وهو تفاعل كربون - نيتروجين - أكسجين وكل هذه التفاعلات ضمن سلسلة تفاعل بروتون - بروتون.

وقد يتلمذ العديد منا العجب ، كيف يمكننا أن نتكلم عن باطن الشمس وما يحدث فيه من تفاعلات ونحن لا نستطيع أن نرى من الشمس إلا الطبقة المضيئة أو طبقة الفوتوسفير لهذا أقول أننا نستطيع أن نعرف عن باطن الشمس وظروفها الطبيعية عن طريق النماذج النظرية التي تضع تصورا لباطن الشمس باستخدام الفيزياء الفلكية. نعم نستطيع عمل ذلك بتطبيق القوانين الفيزيائية على كرة من الغاز الساخن ويتم في مركزها تفاعلات نووية من نوع بروتون - بروتون.

يتم حساب هذه النماذج بواسطة أجهزة الحاسب الآلي ، والتي لا بد وأن تتوأم في نتائجها مع الخصائص المشاهدة على الشمس. تتلذنا هذه النماذج مثلا عن كيفية زيادة درجة الحرارة من الحافة إلى المركز ، أو كيفية اختلاف التركيب الكيميائي في قلب الشمس عنه في السطح ولماذا يختلف ؟ لقد تبين أن اختلاف التركيب الكيميائي في القلب عنه في السطح يرجع إلى تفاعل بروتون - بروتون الذي يتم في المركز و يحول الهيدروجين إلى هليوم بينما عند السطح لا تتم عملية التحول.

وعلى الرغم من توخى الدقة فى حسابات نماذج باطن الشمس على قدر الإمكان إلا أن تجربة متطورة قد ألقت ببعض ظلال الشك على هذه النماذج كانت هذه التجربة هي "تجربة نيوتريو الشمس" ، لماذا عن قصة هذه التجربة.

كما نعرف فإن النيوتريونات هي جسيمات تخرج فى نواتج التفاعلات التى تتم ضمن تفاعل سلسلة بروتون - بروتون وتخرج هذه الجسيمات من قلب الشمس مباشرة فى عدة ثوان وتصل إلى الأرض فى حوالى ٨,٣ دقيقة فإذا استطعنا أن نستقبل هذه النيوتريونات فإن ذلك سيساعدنا ولو بطريقة غير مباشرة على رؤية باطن الشمس ولكن مع بالغ الأسف فإن النيوتريونات التى تنطلق من التفاعل الرئيسى لسلسلة بروتون - بروتون والذي يحدث على مدى ٩١% من عمر الشمس تكون ضئيفة ولا تملك قدرًا من الطاقة كاف لاستثمارها على الأرض. أما الجزء الباقى من الطاقة فيعتقد أنه صادر من نوعين آخرين من تفاعل سلسلة بروتون - بروتون هما (بروتون - بروتون II) ، (بروتون - بروتون III)

ويفترض أن هذين النوعين من التفاعل يحدثان خلال حوالى ٩% من عمر الشمس. وتكتسب النيوتريونات المنطلقة من هذين النوعين من التفاعل طاقة كافية تمكننا من الاستثمار بها وتعيينها.

طور العالم رايون ديفز ومجموعته تلسكوب غريب ليصطاد النيوتريونات التى من المفروض أن يكون مصدرها قلب الشمس. ويتكون هذا التلسكوب من حوالى ٣٧٨٠٠٠ لتر من مركب رابع كلوريد الكربون (ك٤كل٤) الموضوع فى وعاء ضخام مدفون فى غلاف من الرصاص على عمق ١,٥ كم تحت الأرض فى جنوب داكوتا. ولكن ترى كيف يعمل مثل هذا التلسكوب الغريب ؟.

تمتص ذرة الإلكترون النيوترينو وتحوله إلى أرجون. وبواسطة طريقة دقيقة جدا يفيض الأرجون خارج الوعاء ويتم قياسه ، وعن طريق النظرية النووية نستطيع استنباط عدد ذرات الأرجون التى يتحتم إنتاجها من النيوتريونات المنطلقة من قلب الشمس كل يوم ومن ثم تتم مقارنة العدد المستنبط مع نتائج التجربة. جاءت التجربة مخيبة للآمال فلقد بينت هذه التجربة أن الشمس أنتجت ما يقارب ٢٥% من العدد المتوقع من النيوتريونات نظريا ، الأمر الذى أشاع كثيرا من الاستياء وعدم

الرضا عدد علماء الفيزياء الفلكية إلى جانب كثير من التساؤلات والشكوك ، وهذا العلماء في التفكير هل للشمس فعلا لا تنتج هذا القدر من النيوتريونات المتوقع نظريا؟ إذا كان الأمر هكذا فإن النماذج النظرية لباطن النجوم وكذلك مفهومنا من الانماج النووي هي أمور خاطئة هل هناك أخطاء حدثت في التجربة تسببت في هذا القصر؟ الإجابة : لا ، حيث تم اختبار دقة التجربة وذلك بتعيين وقياس نيوتريونات منتجة على سطح الأرض وكانت النتائج جيدة. إذا فما هو الوضع ؟.

ربما تكون الإجابة على هذا السؤال أن النماذج النظرية التي وضعت تصورا لباطن النجوم ما زالت بعيدة عن الواقع إذ أن المحاولات التي بذلها بعض العلماء النظريين بتغيير بعض الظروف الفيزيائية في قلب الشمس (مثل درجة الحرارة المركزية) أدت إلى تقليص عدد النيوتريونات المنطلقة ولكن ليست بالقدر الذي تم تعيينه عمليا. أي أننا أمام مشكلة حقيقة تحتاج لفهم أكثر لبعض الأجزاء الحرجة من سلسلة التفاعلات النووية المسببة لتولد الطاقة في الشمس. وعنما يكتمل فهمنا نستطيع التغلب على هذه المشكلة نكون قد توصلنا إلى مفهوم أكثر وضوحا من مفهومنا الحالي عن باطن الشمس وبالتالي عن بواطن النجوم الأخرى.

يبقى لنا أن نتساءل هل يمكن أن تكون هذه التفاعلات النووية مصدرا للطاقة في النجوم والشمس لفترات طويلة تناسب أعمارها؟ هذا ما سنقوم بحسابه الآن : كما ذكرنا عن النماج أربع أنوية هيدروجين لتكوين ذرة هليوم واحدة ينتج قدر من الطاقة مساويا  $(1.0 \times 10^{28})$  إرج. وعلى هذا فإنه يمكن بطريقة مبسطة حساب عدد عمليات تحول أربع أنوية هيدروجين إلى نواة هليوم في الثانية الواحدة والتي تلزم للحفاظ على لمعان الشمس الحالي ، وذلك بقسمة لمعان الشمس على طاقة عملية تحول واحدة.

$$1.0 \times 10^{23} \text{ إرج/ث (لمعان الشمس)}$$

عدد عمليات التحول -

$$1.0 \times 10^{28} \text{ إرج (طاقة التحول)}$$

$$1.0 \times 10^{28} \text{ تحول / ث}$$

وحيث أن كل تحول يحتاج إلى عدد أربعة أنوية هيدروجين فإن عدد ذرات الهيدروجين اللازمة أو المستهلكة في الثانية الواحدة لإنتاج طاقة الشمس

$$= \text{عدد التحولات} / 4 \times$$

$$= 4 \times 10^{28} \times 0,89$$

$$= 3,6 \times 10^{28} \text{ ذرة هيدروجين}$$

فإذا عرفنا عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في الشمس وقسمناه على عدد ذرات الهيدروجين المستهلكة في الثانية الواحدة لإنتاج طاقة الشمس الحالية نستطيع حساب عمر الشمس الذي تستمر فيه بالإشعاع على نفس المستوى الحالي. نستطيع حساب عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في مادة الشمس وذلك بقسمة كتلة الشمس على كتلة ذرة الهيدروجين وعلى ذلك نجد أن :

كتلة الشمس

$$\frac{\text{عدد ذرات الهيدروجين في مادة الشمس}}{\text{كتلة ذرة الهيدروجين}}$$

$$= \frac{2,0 \times 10^{32} \text{ جم}}{1,7 \times 10^{24} \text{ جم}}$$

$$= 1,2 \times 10^{07} \text{ ذرة هيدروجين}$$

ويكون عمر الشمس تبعاً للمعادلة :

عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في مادة الشمس

$$\frac{\text{عمر الشمس}}{\text{عدد ذرات الهيدروجين المستهلكة في الثانية لإنتاج طاقة الشمس}}$$

$$= \frac{10 \times 1,2^{57}}{10 \times 3,6^{28}} = 10 \times 0,33^{19} \text{ ثانية}$$

$$= 10^{11} \text{ سنة}$$

أى أن عمر الشمس الافتراضى حسابيا أي الفترة التى ستظل الشمس فى إنتاج نفس معدل الطاقة الحالى هو مائة ألف مليون سنة فإذا اعتبرنا أن عمر الشمس حتى الآن أي عمر الشمس الحالى هو  $10 \times 4,5$  أي ٤٥٠٠ مليون سنة. فإن هذا يعني أن الشمس قد استهلكت أقل من ٥% فقط من وقودها الهيدروجيني. وهذا يعنى أن الطاقة الشمسية هي طاقة معمرة لا يخشى عليها من النفاذ. بعد إدراكنا حقيقة أن الطاقة الشمسية هي أكثر أنواع الطاقة بقاء ألا يجب على الإنسان أن يفكر تفكيراً جدياً فى استغلالها وتطويرها للاستفادة منها أقصى استفادة.

ولمى الواقع الذى هنا لا أتجاهل أن الإنسان يحاول ترويض هذا المصدر من الطاقة منذ آلاف السنين. ولكن ما أعليه هو دعوة لتشجيع البحوث العلمية الأساسية والتطبيقية ورصد الميزانيات اللازمة لها بهدف تطوير تقنيات استغلال الطاقة الشمسية وخفض تكاليف استخدامها فى الحياة اليومية لأنه على الرغم من أن الطاقة الشمسية مجانية إلا أنها ما زالت أعلى أنواع الطاقة المستخدمة سعراً اليوم.





## الفصل الثالث

# الشمس الراديوية



يتناول هذا الفصل دراسة هيئة الشمس وصورتها كما تبدو من خلال الأطوال الموجية الراديوية.

في فبراير عام ١٩٤٢ شكلت العواصف القوية من الإنبعاثات الراديوية الصادرة من الشمس بداية التطور الحديث لعلم الفلك الراديوي. ففي هذا العام اعتادت محطات الرادار التابعة للجيش البريطاني المعاناة من تشويش يحصل على راداراتها عندما تعمل في أطوال موجية مقدارها بضعة أمتار وكانت التحقيقات والتحرّيات إلى أن مصدر هذا التشويش غير أرضي وبيّنت البحوث العلمية أن مصدر هذه الموجات الراديوية ذات الشدة المذهلة صادرة عن الشمس ، وتم في هذا الشهر تسجيل أول انبعاث راديوي في عدة محطات رادارية تابعة للجيش البريطاني تعمل في الطول الموجي من ٤ إلى ٨ متر وكانت هذه الظاهرة مصاحبة لوجود بقعة شمسية كبيرة على قرص الشمس.

أدى هذا الاكتشاف المفوي إلى تزويدنا بوسائل جديدة لدراسة الشمس باستخدام التلسكوبات الراديوية في مناطق مختلفة من العالم. وفي شهر فبراير أيضا من نفس العام استطاع باحث أمريكي اكتشاف زخات كثيفة من الأشعة الكونية صادرة عن الشمس ، وسبق هذه الزخات حدوث تلجج شمسي كبير. وبعد أن قلل التلجج الشمسي خلال العام نفسه وأصبحت الشمس هادئة ، نجح باحث أمريكي آخر في النصف الثاني من نفس العام في الحصول على أول أرصاد ناجحة للانبعاثات الراديوي الحراري الصادر عن الشمس الهادئة في الطول الموجي السننيمتري وكانت تلك هي البداية المتميزة لتأسيس فرع الفلك الراديوي الشمسي.

وفي عام ١٩٤٥ وبعد الحرب العالمية الثانية كانت بداية الفلك الراديوي الشمسي باكتشاف المركبات الرئيسية للانبعاث الشمسي الراديوي والتي انقسمت إلى المركبة الرئيسية الأمامية والمركبة بطيئة التفسير والأنواع المختلفة للتلفعات الراديوية بما فيها من عواصف التشويش. وفي عام ١٩٤٦ تم اكتشاف الصلة الوثيقة بين الإشعاعات المتدفقة وظاهرة التلججات.

تطورت الدراسات والبحوث في هذا الاتجاه حتى تم نشر أول صورة راديوية متكاملة عن الشمس في عام ١٩٦٤. وتبين اختلاف طبيعة وشكل الشمس راديويًا

من عدة نواح عن طبيعتها وشكلها بصريا. فعند الأطوال الموجية الراديوية الكبيرة لا يقتصر الاختلاف على حجم الشمس الذي يبدو أكبر من حجم قرصها المرئي ، بل ان الاضطرابات التي تعترضها هي أعنف بكثير من مثيلاتها البصرية ، ففي حين تختلف شدة القدرة الضوئية الكلية أثناء فترة نشاط وهذء الشمس بمقدار واحد بالمائة تزداد شدة الإشعاعات الشمسية الراديوية حدة وقت نشاطها بأكثر من مائة ألف مرة مما هي عليه في حال هذئها.

وفي عام ١٩٧٢ اقترح بعض العلماء أن الطبقة الخارجية للشمس تنتج سحباً من الجزيئات المتحركة للخارج وبسرعة تساوي سدس سرعة الضوء وعندما تصل إلى الهالة الشمسية خلال ثوان فإنها تنتج إشعاعات راديوية تقوم عدة ثوان ، كما أن الأمواج الصدمية تسبب أشعة راديوية تقوم من ١٠ إلى ٢٠ دقيقة.

ويأتي الجزء الأعظم من الإشعاعات الشمسية في المدى المرئي من الكره الضوئية (الفوتوسفير) بينما تنشأ الإشعاعات الراديوية في طبقات الجو الشمسي الخارجية ، الطبقة الملونة (كروموسفير) والهالة (كورونا). وتعتمد خصائص الانتشار للأمواج الراديوية أساساً على تركيز الإلكترونات في هذه الطبقات ، فكل قيمة لتركيز الإلكترونات تتعلق بتردد خرج محدد للأمواج راديوية لا يمكن لها أن تنتشر إذا كان ترددها أقل من ذلك.

وتعتبر الأرصاد الراديوية أداة فعالة في دراسة الطبقة الملونة للشمس (الكروموسفير) كون أن الغلاف الجوي يعتبر معتماً بالنسبة للأمواج التي تربو عن واحد ملليمتر.

ونتيجة اقرب الشمس من الأرض فإنها تلعب دوراً خاصاً بين كل المصادر الكونية الراديوية الأخرى ، حيث تم رصد بعض الظواهر الشمسية التي يتراوح زمن بقاؤها بين كسر من الثانية إلى عشرات السنين في الأطوال الموجية المختلفة ومن ثم فإن التغيرات في الإشعاع الشمسي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالنشاط الشمسي بل وتشكل جزءاً منه.

ويمكن تقسيم الإشعاع الشمسي الراديوي إلى ثلاث مركبات

١- المركبة الرئيسية والشمس الهادئة.

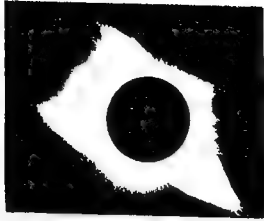
٢- المركبة بطيئة التغير.

٣- إنبعاثات الفجارية متنوعة.

ويتم رصد المركبة الرئيسية للإشعاع الراديوي برصد الإشعاع الكلي الصادر عن الشمس من جميع النطاقات الراديوية في حالة الهدوء الشمسي حيث يكون عدد البقع الشمسية أقل ما يمكن في غياب الانفجارات والعواصف الشمسية. ويمكن تفسير هذا الطيف على أنه إشعاع حراري ينشأ من طبقات مختلفة الأعماق من جو الشمس كدالة في الأطوال الموجية المميزة لهذا الإشعاع.

وكما ذكرنا تعرف المناطق الموجودة على سطح الشمس وفي غلافها الجوي والتي لا توجد فيها فعالية ونشاط شمسي بالمناطق الهادئة. وتصل الشمس بكاملها إلى هذه الحالة الدنيا من النشاط في مدة دورية مقدارها ١١ سنة وهي دورة البقع الشمسية وتسمى في هذه الحالة بالشمس الهادئة وأثناء هذه الدورة تحدث بعض التغيرات للتدرجية في الغلاف الجوي للشمس ، إلا إن الخصائص العامة الأساسية تبقى ثابتة.

ولكن ترى ما هي طبيعة الشمس الهادئة وكيف تبدو عند الأطوال الموجية الراديوية ؟. من المعروف أن هيئة الشمس تعتمد على كثافة الإلكترونات ودرجات الحرارة عند الارتفاعات المختلفة ، كما أنه من الواضح أن كلا من الضغط والكثافة لأي غلاف جوي تكون في قيمها العظمى عند الارتفاعات الدنيا من هذا الغلاف. ونتيجة لتأثير درجة الحرارة العالية جدا في الغلاف الجوي للشمس فإن معظم مكوناته الغازية تصبح في حالة متأينة ، مما يؤدي إلى زيادة الكثافة الإلكترونية في المناطق السفلى في الغلاف الجوي للشمس. ونظرا لأن هناك طولا موجيا حرجا للموجات الراديوية يسمح له بالمرور خلال كثافة إلكترونية معينة. فنجد أن المنطقة السفلى من الغلاف الجوي للشمس حيث الكثافة الإلكترونية كبيرة نسبيا لا تسمح بمرور الموجات الطويلة من خلالها ، وهذا بدوره يعني أن المناطق السفلى من الطبقة الملونة تسمح بمرور الموجات ذات الأطوال التي تساوي ١٥ سم أو تقل عنها حيث تتمكن من الانبعاث والانتشار. أما الأطوال الموجية المترية فإن المكان الوحيد الرحب لها في التنتقل والانطلاق هو الإكليل (الهالة).

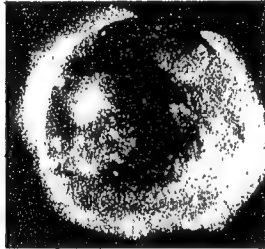


وبصفة عامة فإن معظم الإشعاعات عند أي طول موجي تأتينا من مناطق الغلاف الجوي التي تكون معتمة تقريبا لهذا الطول الموجي. وعليه يمكن القول انه عند الموجات المليمترية ينشأ الانبعاث الراديوي من المناطق السفلى من الطبقة الملونة حيث تكون درجة الحرارة حوالي ١٠ آلاف درجة مطلقة (وهذه الدرجة لا تزيد كثيرا عن درجة حرارة الطبقة الضوئية أو السطح البالغة ٦٠٠٠ درجة مطلقة). أما عند المناطق العليا من الطبقة الملونة التي تصل درجة حرارتها إلى ٧٥ ألف درجة فينبعث الإشعاع الراديوي عن الطول الموجي ١٥ سم أو أقل. ومن الإكليل ذي درجة الحرارة التي تصل إلى مليون درجة تأتينا الإشعاعات ذات الأطوال الموجية المترية، لذا فالشمس تبدو أكبر واسخن عند الأطوال الموجية الكبيرة.

وباستخدام هليوجراف كلفورا الشمسي الراديوي (هو شبكة من التلسكوبات الراديوية مكونة من ٩٦ هوائي تعمل معا تحت نظام معين لرصد الشمس منصوبة في منطقة كلفورا في استراليا) تم رسم خارطة راديوية نموذجية للإكليل الشمسي الهادئ مأخوذة عند تردد مقداره ٨٠ ميغا هيرتز (طول موجي = ٣,٧٥ م) كما في الشكل.

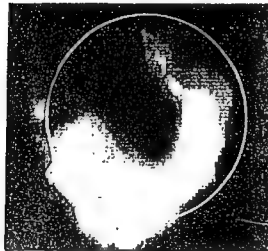


وكما هو معروف لم يكن بالإمكان الحصول على معلومات مفصلة عن الإكليل الشمسي وتصويره في جميع الأوقات بل كان ذلك محدداً عملياً بوقت واحد وهو أثناء الكسوفات الشمسية ، أما الآن وباستخدام التقنيات الحديثة فقد تحسنت معرفتنا كثيراً وأصبح بالإمكان توفير الخرائط الراديوية للشمس ، وبل واتسعت مصادر المعلومات حيث شملت الأرصاد المأخوذة بواسطة مركبات فضائية مثل "المرصد المداري الشمسي" (OSO) ، والمختبر الفضائي "سكايلاب". وبهذه الطريقة أمكن الحصول على صور دقيقة للشمس مأخوذة في الضوء الأبيض والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية. ويمثل الشكل مقارنة بين الصورة الراديوية للشمس المأخوذة في كلغورا مع صورتها بالأشعة السينية المأخوذة بواسطة سكايلاب.



١١٣٣ ب ٢١

١٦٠ ميكاهيرتز



الأشعة السينية

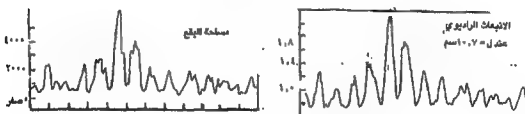
ومن خلال الصور أصبح الأمر أكثر وضوحاً بشأن عدم وجود تجانس حقيقى فى توزيع الإكليل الشمسى. فهناك مناطق لامعة جداً تتواجد بينها مناطق مبعثرة ذات شدة ضعيفة معروفة باسم "الثقوب الإكليلية" ومن الواضح ان ما يؤثر على تركيب الغلاف الجوى المتأين للشمس هو مجالاتها المغناطيسية ، فالمناطق اللامعة هى ذات الكثافة العالية التى تقوم فيها المجالات المغناطيسية الخوزية للشكل ثنائىة القطب بالقتصاص الإلكترونات والأيونات وتجعلها تسير حلزونياً حول خطوط المجال ، وفى بعض المناطق المتناثرة التى تمتد فيها خطوط المجال نحو الخارج تتساق الدقائق المشحونة مع خطوط المجال بعيداً عن الشمس فتتولد "مناطق إفلات" ، وهذه المناطق هى الثقوب الإكليلية حيث تفلت الرياح الشمسية المكونة من الغاز المتأين إلى الفضاء بين الكواكب وبالتالي تكون مناطق ذات شدة ولعمان ضئيلين. ويمكن الكشف عن الرياح الشمسية بطرق متعددة منها المجسات الفضائية أو عن طريق الاضطرابات التى تسببها فى المجال المغناطيسى الجغرافى الأرضى ، كما أنها هى المسؤولة عن تكون الطبقة المغناطيسية المحيطة بالأرض.

#### النشاط الراديوية :-

تقوم العديد من المراصد الراديوية المنتشرة فى أنحاء العالم بتسجيل الانبعاث الراديوى من الشمس بصورة منتظمة كل يوم. وتزودنا هذه الأرصاد الراديوية بوسيلة جيدة لدراسة الشمس والأشكال المختلفة للنشاطات الشمسية.

وقد لوحظ وجود تغير فى القدرة الراديوية المنبعثة من الشمس عند أطوال موجيه مختلفة فإذا أخذنا الطول الموجى ١٠ سم ، فهنا يكون التغير تدريجياً ويمكن ملاحظته من يوم لآخر ، وأصبحت هذه الظاهرة معروفة باسم "المركبة بطيئة التغير". وإذا رسمنا مخططاً بيانياً لشدة الانبعاث الراديوى اليومى نجد أن هناك تماثلاً كبيراً فى تغير الشدة مع تغير المساحة الكلية للبقع الشمسية المتواجدة على سطح الشمس كما فى الشكل.

نوفمبر عام ١٩٥١





وهذا يثبت أن المركبة المتغيرة يجب أن تكون مرتبطة مع مواقع البقع الشمسية وعلى أى حال فإن الانبعاث الراديوي يستمر لمدة أطول كثيرا من مدة حياة أو بقاء البقع الشمسية المرئية. كذلك وجد من دراسة مصادر الانبعاث الراديوى باستخدام حزم ضيقة (نحصل عليها من خلال أنظمة تداخل شبكية) أن مناطق الانبعاث تكون أكبر من البقع الشمسية المرئية وتقع على ارتفاعات عالية فى الغلاف الجوى فوقها وقد وجد أن هذه المناطق الراديوية ذات علاقة وثيقة مع الشواطئ اللامعة وهي مناطق من الغاز الساخن في جو الشمس بالقرب من البقع الشمسية نفسها ، لذا اغالبا ما يطلق عليها اسم "الشواطئ الراديوية".

وقد قدرت درجة حرارة هذه الشواطئ بحوالى مليون درجة كلفن أو أكثر. ومن الممكن تفسير امتلاك الشواطئ الراديوية للخصائص التي سبق ذكرها بكونها واقعة فوق البقع الشمسية فى المناطق ذات الكثافة الإلكترونية العالية فى الإكليل الشمسي. وقد اكتشف الفلكي السويدي فالديمر بصريا ما أسماه بالمناطق "ذات التركيز الإكليلي" فوق البقع الشمسية.

وكشفت الدراسات التي استخدمت فيها قوة تفريق زاوي أعلى مما كان مستخدما من قبل عن وجود أشكال مكونه من جزئين عبارة عن قلب لامع ذو علاقة وثيقة مع البقعة الشمسية محاط بهالة واسعة مرتبطة ظاهريا مع الشاطئ الراديوى. ووجد أن فيض الأشعة السينية الهشة له ارتباط واضح مع الانبعاث الراديوي ، فقد أظهرت الصور المأخوذة بالأشعة السينية بدورها وجود قلوب لامعة محاطة بتركيب أوسع منها كثيرا. وبالإمكان أن يعزى أصل الإشعاع المنبعث إلى كونه إشعاعا حراريا صادرا عن المناطق ذات الكثافة العالية الواقعة داخل أقواس المجالات المغناطيسية ثنائية القطب الواقعة فوق البقع الشمسية.

ولقد تبين أن أفضل الأطوال الموجية التي يتم رصد المركبة بطيئه التغير عندها هي الأطوال الموجية التي تتراوح بين (٣-٣٠) سم ، أما عند الأطوال الموجية المترية فمن الصعوبة تمييز المركبة بطيئة التغير لكونها مندمجة ضمن الإشعاع العام للشمس الهادئة القادم من الإكليل ذي درجة الحرارة البالغة مليون

درجة. على أي حال فالبقع الشمسية تسبب انبعثا من نوع آخر عند الأطوال الموجية المتريّة: يعرف باسم "عواصف الضوضاء" أو "عواصف التشويش".

#### عواصف التشويش الشمسية الراديوية :

في الموجات المتريّة (الانفجارات من النوع الأول) :

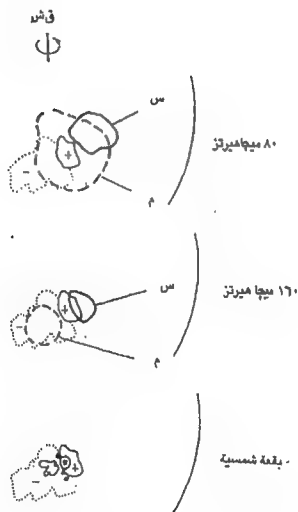
كما هو معروف فإن اكتشاف عواصف التشويش الراديوية يعود إلى عام ١٩٤٢ عندما تم رصد عاصفة تشويش راديوية قوية في الأطوال الموجية المتريّة مصاحبة لظهور بقعة شمسية ضخمة ويتميز هذا النوع من الإشعاع بالقوة غير العادية. فعلى الرغم من أن مصدر عاصفة تشويش قد يكون عبارة عن منطقة صغيرة بالقرب من بقعة شمسية ، ولا يغطي أكثر من (٥٠/١) من سطح نصف الكرة الشمسية ، إلا أن الطاقة المستقبلية على سطح قد تصل إلى (١٠٠٠) مرة قدر إشعاع حرارة المليون درجة الصادر من الهالة الشمسية كاملة.

وتكون العواصف الشمسية دائما مصاحبة لمناطق البقع الشمسية ولكن الشروط الدقيقة التي تجعل البقع نشطة تشويشيا ما زالت غير معروفة على وجه التأكيد وعلى أية حال فإن البقع الشمسية الضخمة تكون مؤهلة لإصدار عاصفة تشويشية. وفي بعض الأحيان يبدأ هجوم عاصفة التشويش بحدوث ومضة شمسية ويمكن أن تمكث عاصفة تشويش منفردة ما بين عدة ساعات إلى عدة أيام وتتكون من مناسبات حادة متراكبة فوق زيادة عامة في الطاقة المنبعثة ويطلق على هذا النوع (انفجار من النوع الأول).

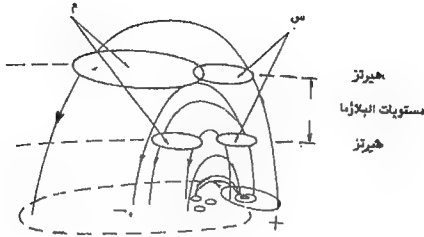
ويعتقد أنها تتكون ربما من عدة آلاف من الانفجارات المنفردة والتي يتميز كل منها بقصر فترة بقائها (ثانية واحدة أو أقل) وضيق عرض حزمة إشعاعها (عشرات الميغاهيرتز).

ولقد بينت القياسات ذات قوة التفريق العاليه أن العواصف من النوع الأول تصدر من مناطق صغيرة (٤ ثواني قوسية عادة) وتكون مصحوبة بمجالات مغناطيسية قوية لبقع شمسية ، كما أنها تكون مستقطبة استقطابا دائريا قويا. فيما إلا إذا تم رصدها بالقرب من الحافة الشمسية. وتكون البقع الشمسية الكبيرة ثلاثية

القطبية مؤهلة أكثر لإحداث عاصفة تشويش. ويبدو أن الإشعاع غالبا ما ينشأ من مصدر منفرد ناتج عن تغلب البقعة الشمسية القائدة والأقوى. وفي بعض الأحيان تنشأ بعض العواصف عن مصدر مزدوج ناتج عن الاستقطاب المتعاكس للمركبتين الرئيسيتين للبقعة ثنائية القطبية. وقد سجل هليوجراف كولفورا الراديوي الشمسي مثالا جيدا على ذلك كما هو مبين بالشكل.



ولقد وضع العلماء تصورا للنموذج مقترح يعطي تفسيراً مقبولا للعلاقة بين موقع المصدر وفاعلية المجال المغناطيسي ثنائي القطب كما يبينه الشكل التالي وبحيث يتطابق هذا النموذج مع الأرصاد الموضحة بالشكل السابق.



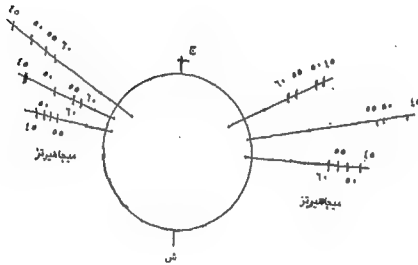
#### التدفقات الراديوية الصادرة من التاجات الشمسية :

تعتبر التاجات (الومضات) الشمسية أشكالا متفجرة وقوية مسن للنشاطات الشمسية وغالبا ما يصاحب حدوث التاجات الحاصلة عند الأطوال الموجية المترية حصول تدفقات راديوية تعرف بانفجارات النوع الثاني. وهناك نوع آخر من الانفجارات يطلق عليه انفجارات النوع الثالث وهو غالبا ما يسبق باقي الأنواع ، ويتفق وقت حدوثه مع طور الوميض الضوئي الذي يدل على حدوث معظم التاجات كما تصاحب انفجارات النوع الثالث وهو غالبا ما يسبق باقي الأنواع ، ويتفق وقت حدوثه مع طور الوميض الضوئي الذي يدل على حدوث معظم التاجات كما تصاحب انفجارات النوع الثالث أشكالا مختلفة من النشاطات الشمسية. وحيث أن هذا النوع يعد الأكثر شيوعا عند الأطوال الموجية المترية فسوف نناقش خصائصه ونحاول تفسير هذه الخصائص بشيء من التفصيل.

لقد بذل وايلد وزملاؤه من استراليا جهودا كبيرة لتفسير خصائص التدفقات (الانفجارات) الراديوية الشمسية استحقوا عليها أعظم تقدير. وتمثل سرعة التغير في الظواهر الشمسية الانتقالية تحديا لما توصل إليه الإنسان من أساليب تقنية. إلا أنه

باستخدام أنظمة التداخل وأجهزة الاستقبال الراديوية ذات القابلية على إجراء مسح ترددي سريع أمكن تتبع موقع وطيف المصادر سريعة الحركة. وازداد الأمر وضوحاً بعد أن زدنا هيليوجراف كلفورا الراديوي الشمسي بصورة أشمل وأوسع للعديد من الأحداث التي تجري على الشمس.

لنعد الآن إلى تدفقات النوع الثالث ، فهذا النوع يحدث في بداية معظم التاججات ويكون على هيئة سلسلة من الهدايا الحاد يستمر كل منها بضعة ثوان. وأوضحت أجهزة التداخل التي تجري مسحاً شاملاً على مدى واسع من الترددات إن مصادر النبعات هذا النوع تتحرك بعيداً عن الشمس بسرعة تتراوح بين خمس إلى نصف سرعة الضوء. ويصاحب هذه الحركة السريعة انحداراً من الترددات العالية إلى الترددات المنخفضة بما يعادل عشرين ميگاهيرتز لكل ثانية كما يظهر في الشكل.



وفي نفس الوقت الذي يتم فيه كشف الإلكترونات المتسببة في حدوث الانفجارات من النوع الثالث يحدث انفجاراً في الأشعة السينية الحادة (ذات طاقة ١٠-١٠٠ كيلو إلكترون فولت).

ولقد وجد أن هناك ارتباطا جيدا بين الانفجارات من النوع الثالث وانفجارات الإلكترونية ذات طاقة مناسبة تالية لها تم اكتشافها بواسطة الأقمار الصناعية ذات المدارات القريبة من الأرض. كما تقدم العلاقات المتقابلة بين الانفجارات من النوع الثالث ، وانفجارات أشعة إكس الشمسية دليلا آخر على أن الظاهرتين دائما ما تكونان مصحوبتين بسيل كبير من الإلكترونات السريعة في جو الشمس. وفي بعض الأحيان يصاحب الانفجارات من النوع الثالث انفجارات أخرى يطلق عليها انفجارات النوع الخامس والنوع U وتتميز الانفجارات الراديوية الشمسية من النوع الخامس بعرض الحزمة الطيفية في الطيف المستمر ويعتقد أن مصدرها هو آلية الموجات البلازمية باستخدام إلكترونات لها نفس طاقة الإلكترونات المثيرة لانفجارات النوع الثالث ولكنها متأثرة بوقوعها في فح عقد المجال المغناطيسي للحالة الشمسية.

أما النوع الآخر من الانفجارات المصاحبة للانفجارات من النوع الثالث ففى بعض الأحيان فتلك التي تطلق عليها نوع U وقد أطلق عليها هذه التسمية نسبة إلى مظهر طيفها الديناميكي حيث يتناقص ترددها أولا ثم يعود ثانية إلى الارتجاع في اتجاه الترددات العالية وتعزى نشأة هذا النوع من الانفجارات إلى الإلكترونات السريعة الواقعة في العقد المغناطيسية. ولكنها لا تقع في فح هذه العقد كما فى الانفجارات من النوع الخامس ولكنها سرعان ما تهرب بعد أول مرور فى هذا المجال ، ولقد ظهرت آراء معارضة لنظريات نشأة الانفجارات من النوع الخامس ونوع U وذلك اعتمادا على عدم وجود أدلة على وجود عقد مغناطيسية مناسبة على ارتفاعات عالية فى جو الشمس.

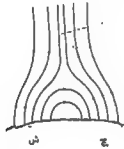
ولقد أثبتت تحليلات علمية تم إجراؤها باستخدام أرصاد القمر الصناعى بايونير عن وجود عقد مغناطيسية تمتد أحيانا إلى ارتفاعات عشر مرات قدر نصف قطر الشمس فوق طبقة الفوتوسفير.

وجدير بالذكر أنه عند تحرك مصادر انبعاث الفجارات النوع الثالث متعددة عن الشمس بهذه السرعة الرهيبة التى أشرنا عليها سابقا فإنه يصاحبها انخفاضاً في التردد من القيم العالية إلى القيم المنخفضة ويعزى السبب الذي يجعل قيمة الذبذبة

نقل إلى تضالو الكثافة الإلكترونية بالارتفاع ، فالمعروف أن ذنبه البلازما لها علاقة وثيقة مع الكثافة الإلكترونية ، وعندما تتضائل الأخيرة بالارتفاع تتناقص معها قيمة الذنب المنبعثة. وعلى هذا الأساس يبدو من الطبيعي تفسير التدفقات كاضطرابات تتحرك بسرعة بعيدا عن التاجات ، وتعمل هذه الاضطرابات على تهييج انبعاث موجات راديوية عند تردد البلازما صعودا بالتتابع عند كل ارتفاع في الغلاف الجوي الشمسي ذي الكثافة الإلكترونية المعينة عند ذلك الارتفاع. وعليه يمكن الإشارة إلى أن التدفقات لا بد أنها نشأت من النفحات السريعة جدا من الإلكترونات المقذوفة من الشمس عند حدوث التاج ، ولقد لاحظ العلماء أن الاستقطاب في هذه الحالة يكون عشوائيا إضافة إلى أن درجة الحرارة العالية (١٠<sup>٦</sup> كلفن) والانبعاث الحاصل عند ذنب البلازما (وتوافقيتها الأولى) ، يتطابق مع الفكرة القائلة بأن الاضطراب المتحرك يهيج حدوث التذبذبات البلازمية التي تتحول إلى موجات راديوية. وقد عززت هذه الفرضية أيضا بالقياسات التي أخذتها المركبة الفضائية التي أطلق عليها "المستكشف الراديوي الشمسي". حيث أمكن بواسطة هذه المركبة الفضائية الكشف عن المجال الكهربائي للتذبذبات البلازمية (عند ترددات منخفضة حوالي ٥٠ كيلو هيرتز) أثناء تحرك الاضطراب خارجا نحو الفضاء بين الكواكب. وأمكن تتبع مصدر الاضطراب في تحركه من الشمس حتى يصل قرب الأرض ووجد أن رحلته تستغرق ٣٠ دقيقة تقريبا.

لنصف الآن الحالات التي تسبب حدوث التاج الشمسي ونرى كيف نستطيع تفسير تدفقات الإشعاع المصاحبة للتاج. من المتفق عليه أن التاجات تهييج بالفعل عدم استقرارية تحدث في المجال المغناطيسي القوي المصاحب للبقع الشمسية ، ويثلو التاجات الدفاع موجة كبيرة من السيل الإلكتروني. ويوضح الشكل رسم توضيحي للتراكيب النموذجية للمجال المغناطيسي الموجود فوق البقع الشمسية فلاحظ أن خطوط المجال في المناطق الخارجية قد انسحبت نحو الخارج بفعل الرياح الشمسية كما يمكن تصور وجود صفحة تيار كهربائي بين خطوط المجال المتعاكسة الاتجاه ، وفي حالة حدوث اضطراب يتم إعادة توزيع خطوط المجال المغناطيسي ومن ثم يتمزق الحد الفاصل الذي سبق وأن شبهناه على شكل صفحة.

مما يجعل المجالات الكهربائية الحثية المتولدة بهذه الطريقة تعمل على تعجيل حركة الإلكترونات وتجعلها تنطلق بسرعة عالية ، بحيث يفلت قسما منها متجها باتجاه خطوط المجال نحو الخارج ومولدا تنفقات النوع الثالث. أما القسم الآخر من الإلكترونات فسوف يتجه نحو الداخل مولدا التنفقات النبضية للموجات الدقيقة. ومن ملاحظة الاستقطاب الجزئي الحادث في هذه التنفقات يمكن الاستدلال على أن قوة المجالات المغناطيسية تصل إلى ٠.١ تيسلا. ويتطور مراحل التأرجح يؤدي التمزق في المجالات المغناطيسية وتواجد التيارات الكهربائية المرتبطة معه إلى إضاءة الطبقة اللونية والتي بدورها تولد التأرجح الشمسي.



نعود الآن ونستعرض نوعين آخرين من الانفجارات الشمسية وهما النوعان الثاني والرابع والذان يتميزان بمصاحبتهما للومضات الشمسية الكبيرة.

#### الانفجارات الشمسية من النوع الثاني :

وتظهر الانفجارات الراديوية الشمسية من النوع الثاني في حزميتين من الترددات المختلفة يتناقص ترددها ببطء بمعدل يبلغ في المتوسط ما يعادل سرعة متجهة إلى الخارج مقدراها حوالي ١٠٠٠ كم/ث ولقد كان هذا المعدل البطيء في تناقص التردد سببا في أن أعزى العلماء أن هذا النوع من الانفجارات الراديوية الشمسية يدخل ضمن الأحداث الفيزيائية التي تنتهي نتيجة لانكسار الموجات الصدمية خلال الهالة الشمسية.



وتستطيع الصدمات أن تنتشر في الهالة الشمسية عندما تكون سرعة انتشار الموجات الانفجارية الصادرة عن اللومضات الشمسية أكبر من سرعة موجات الفيفن الهيدرومغناطيسية.

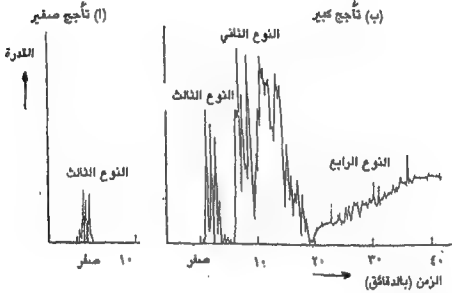
ويفسر بعض العلماء آلية نشأة النوع الثاني من الانفجارات الراديوية على أنها عبارة عن انفجارات مستمرة من الإلكترونات السريعة عند مقدمة الموجة الصدمية مما يجعلها تتسبب في إثارة الموجات البلازمية التي تنتج بدورها سلسلة من الانفجارات في الحزم الضيقة في مداها الطيفي تماثل تلك الانفجارات من النوع الثالث وتسبب ظاهرة الانحراف إما إلى الترددات الأعلى أو إلى الترددات الأقل في ظهور الانفجارات من النوع الثاني في حزمين طيفيتين مختلفتين كما سبق وأن ذكرنا.

ومن التأثيرات الأخرى لموجات الصدمة أثناء مرورها خلال الغلاف الجوي للشمس هي قابليتها على تهيج حدوث ظواهر شمسية مثل ثورات النتوءات ، كما أن لها القابلية أيضا على تهيج حدوث تاججات أخرى بعيدة عن مركز التاجج الأصلي.

من الأمور المعروفة منذ وقت طويل أن العواصف المغناطيسية والاضطرابات الحاصلة في الطبقة المتأينة وأضواء الشفق القطبية في الطبقات العليا من جو الأرض قد تحدث بعد حدوث التاججات الشمسية الكبيرة بيوم واحد أو يومين ، وهذا يتطابق بدوره مع سرعة التحرك بعيدا عن الشمس البالغة ١٠٠٠ كم/ث ، ومع الزمن الواجب أن تستغرق موجة الصدمة منذ انبعاثها من الشمس وحتى وصولها إلى الأرض وأحداث الاضطرابات التي ذكرناها ومما أيد ذلك أيضا التسجيلات المأخوذة بواسطة الأقمار الصناعية أثناء مرورها في الفضاء بين الكواكب وكشفها عن مقدمات موجات الصدمة.

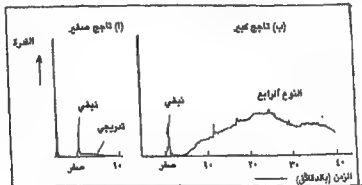
إن أبسط وسيلة مستخدمة لتمثيل التدفقات الشمسية هي تسجيلها بأجهزة التسجيل القلمية على المخططات البيانية كما هو موضح بالشكل الذي يبين تدفقات عند الأطوال الموجية المترية. إضافة إلى الأنواع الثانية والثالثة من التدفقات. كما لوحظ أحيانا وجود تدفقات طويلة تغطي مدى واسعا من الأطوال الموجية ، تحدث

بعد أعظم قيمة لتأجيح كبير ، وتعرف التدفقات المستمرة طويلة المدة هذه بتدفقات النوع الرابع. ويوضح الشكل أطيايف التدفقات المختلفة ذات الأطوال الموجية المتتالية.



لنلق الآن نظرة عند الأطوال الموجية السنتمترية حيث تختلف صفات التدفقات (الانفجارات) الراديوية الشمسية عن التدفقات المتتالية ، وهي تصنف بصورة مستقلة عنها. وهناك ثلاثة أنواع من تدفقات الموجات الدقيقة قد تحدث مصاحبة للتأججات الشمسية موضحة بالشكل وهي :

- أ- تدفقات على هيئة نبضات تحدث في البع طور لمعظم التأججات.
- ب- تدفق تدريجي ضعيف يستمر لمدة طويلة.
- ج- تدفقات كبيرة من الموجات الدقيقة (الميكروموجية) تحدث بعد انتهاء القيمة العظمى لبعض التأججات.



إن تدفقات الموجات. الدقيقة التي توصف غالبا بالنوع الرابع ، تكون أحيانا مصاحبة للتأججات الكبيرة ، ولهذه التدفقات أهمية خاصة بسبب مصاحبتها للأشعة الكونية الشمسية ، ويغطي هذا الانبعاث الراديوي حزمة واسعة جدا من الترددات. ورغم أن مصادر الإشعاع الراديوي الشمسي لا تعطي غير دلالة صغيرة على وجود حركة سريعة ، إلا أننا نعلم أن هذا هو المكان الذي تتولد فيه الدقائق ذات الطاقة العالية ، حيث أن تدفقات الموجات الدقيقة غالبا ما يتبعها سيل من البروتونات التي تصل إلى الأرض بطاقات مقاربة لما هو معروف للإشعاعات الكونية. وتسير هذه الدقائق بسرعات عالية جدا ، وهي لا تقل كثيرا عن سرعة الضوء. وعندما تكون التدفقات شديدة جدا تصل الإشعاعات الكونية الشمسية إلى الأرض خلال عشر دقائق من بدء التأجج.

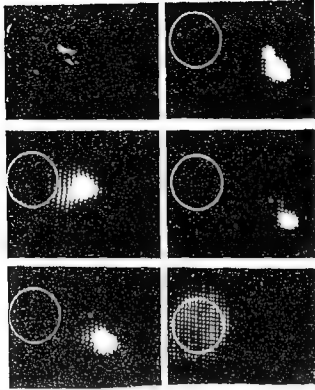
وهناك القليل من الشك بأن الانفجارات الراديوية من النوع الرابع ناتجة بفعل انبعاث معجل ، وأن الدقائق ذات الطاقة العالية تتولد بوجود المجالات المغناطيسية للشمس. والتفسير المحتمل لطبيعة هذه التدفقات هو أن الدقائق المشحونة ، وهي الإلكترونات والبروتونات ، تقع في مصيدة المجالات المغناطيسية المعقدة ومن ثم تتعجل حركتها ، ونتيجة انحراف المجال المغناطيسي وتغير اتجاهه تفلت الدقائق الثقيلة (البروتونات) وترصد فيما بعد عند وصولها إلى الأرض على هيئة أشعة كونية شمسية ، بينما تطلق الإلكترونات التي تم أسرها في هذا المجال إشعاعات راديوية بألية الانبعاث السينكروتروني.

وتنشأ الموجات الدقيقة من النوع الرابع أساسا من مصدر ثابت ومحدد يقع عند مستوى الطبقة الملونة قريبا من موقع التأجج ، ويلاحظ أن الانبعاث من النوع الرابع عند الأطوال الموجية السنتيمترية والمترية مستمر ودائم ، والمصدر الذي يبعثه كبير الحجم (يقدر بحوالي ١٠ دقائق قوسية) كائن في المناطق السفلى من الإكليل ، وفي هذه الحالة نفترض أيضا أن الإلكترونات والبروتونات قد وقعت داخل مجالات مغناطيسية فتصارت مسببة حدوث الإشعاع المعجل ، ولكن الاختلاف هنا أن المصدر منتشر و واسع ويقع في المناطق السفلى من الإكليل.

وأضاف هليوجراف كلفور الراديوي الشمسي بعدا جديدا في دراسة الإشعاع من النوع الرابع عند الأطوال الموجية المترية عن طريق الكشف عن تغير مرئى في المصادر المتحركة. ويظهر أن هذا المصدر عبارة عن سحب بلازمية تنقذف من الشمس بسرعة تصل إلى بضع مئات من الكيلو مترات في الثانية ، و تحثوي على مجالات مغناطيسية توقع في داخلها إلكترونات وبروتونات عالية الطاقة. ومن المحتمل في بعض الأحيان أن يكون سبب تهيج حركة المصادر نحو الخارج هو وجود موجة صدمة تأججية في منطقة اضطراب وعدم استقرار ، ولتدفقات النوع الرابع أشكال مختلفة أحدها مرتبط مع مجال مغناطيسي ينتشر على هيئة قوس ممتدد بسرعة تصل إلى حوالي ٣٠٠ كم/ث ، وهذه السرعة تتطابق مع ما هو متوقع أن تبلغه موجات صدمة هيدرومغناطيسية (موجات الفيغن) متحركة داخل الفلاف الجوي الشمسي.

وهناك شكل آخر من تدفقات النوع الرابع يسير أسرع من سابقه بكثير. فتصل سرعته إلى حوالي ١٠٠٠ كم/ث ناتج بفعل مجالات متضاغطة وإلكترونات مضارعة ولدتها موجة صدمة ، ويبدو أن منطقة انبعاث هذا الشكل تنتشر عبر مساحة واسعة تقع خلف مقدمة موجة الصدمة.

ويوضح الشكل مثالا مدهشا لصورة أخرى من تدفقات النوع الرابع المتحرك موضحا بالصور الراديوية المسجلة في كلفورا. فقد أخذت صورة للشمس في ضوء الـ  $H\alpha$  (وهو نوع من أنواع المرشحات الضوئية) في مرصد جامعة هاواي يتبين فيها تأنج شمسي حدث توا من منطقة تقع في الجهة الخلفية للشمس ، وعمل هذا التأنج على إحداث تدفق راديوي من النوع الثاني وكذلك ثورة في اللتواءات وتعرف هذه الظاهرة بـ "الرشاش التأنجي". وقد تلا هذا الاضطراب التأنجي قذف متتابع لسحب بلازمية تعمل على إشعاع تدفق مستمر من النوع الرابع عند طول موجي متري.



وعلى الرغم أنه من الأمور المحيرة حقاً ذلك التعقيد الملاحظ في الظواهر الشمسية المختلفة. إلا أن الشمس توفر لنا مختبراً كونياً قريباً يمنحنا الفرصة في تفحص ودراسة أعداد وفيرة من الأحداث التي تجري في باطنها وجوها في الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسي ، مما يساعدنا على تفهم طبيعة الكثير من العمليات الفيزيائية الفلكية.

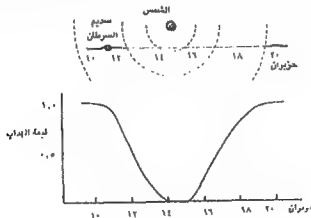
#### الإكليل الشمسي الخارجي والرياح الشمسية :

أثبتت الصور المأخوذة للشمس في أثناء الكسوفات الكلية العديدة أن الأكليل الشمسي يمتد إلى مسافات بعيدة داخل الفضاء بين الكواكب. كما أثبتت المجسات الفضائية أن هناك سيلاً من الغاز المتأين لا ينقطع تدفقه من الشمس في معظم الأحيان يطلق عليه اسم "الرياح الشمسية" ينتشر ويمتد إلى مسافات كبيرة في الفضاء حتى أنه يتجاوز مدار الأرض.

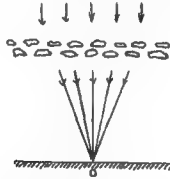
ولا نستطيع إنهاء الحديث عن الشمس الراديوية والفلك الراديوي الشمسي دون مناقشة تأثير الأكليل الشمسي الخارجي البعيد عن الشمس وكذلك تأثير الوسط بين الكواكب على الموجات الراديوية المارة خلالهما.

في عام ١٩٥١ اقترح بعض العلماء فكرة جديدة حول دراسة الإكليل الشمسي الخارجي من خلال ملاحظة تأثيره على الموجات الراديوية القادمة من مصادر بعيدة تقع باتجاه قريب من الشمس بحيث يجعلها تنكسر عند مرورها به ، وقد وجدوا أن المصدر الراديوي سديم السرطان يصلح تماما لهذه المهمة إذ أن اتجاه خط النظر نحو السديم يصبح قريبا من الشمس في شهر يونيو من كل عام ولا يبعد عنها أكثر من خمس مرات بقدر نصف قطرها وعند رصد سديم السرطان بعد الأخذ في الاعتبار ضيق مجال الرؤية للمداخلات (وهي الأجهزة المستخدمة في عمليات القياس وتعتمد على التداخل وبالتالي سميت مداخلات) مما يجعل قطر الشمس أكبر بكثير من أن يظهر بتسجيلات المداخل. وكذلك الرصد عندما تكون الشمس في أقل فترات نشاطها كي نتجنب الإشعاعات التي تصدرها البقع الشمسية والتأججات. وجد أن التأثير الرئيسي للإكليل الشمسي ليس مجرد انحناء بسيط في مسارات الأشعة ولكنه عبارة عن استطارة كبيرة تحدث للموجات الراديوية سببها عدم الانتظام (أو اللاتجانس) الكبير في الكثافة الإلكترونية الإكليلية ، وهذا أدى بدوره إلى ازدياد ظاهري في حجم سديم السرطان ، وهذه العملية تشبه رؤيتنا للضوء القادم المار خلال سطح زجاجي خشن أو مغطى بالثلج.

ويزداد إدراكنا لقيمة هذا التأثير إذا عرفنا أن الحجم الزاوي الحقيقي لسديم السرطان هو ٥ دقائق قوسية فإذا رصدنا هذا السديم عند طول موجي ٨ ملليمتر عندما يكون واقعا على مسافة قدرها عشر مرات نصف قطر الشمس سيصبح قطره ١٥ دقيقة قوسية ، وبازدياد الاقتراب سيزداد قطره الزاوي حتى يصل إلى ٤٥ دقيقة قوسية عندما يكون واقعا على مسافة قدرها خمس مرات نصف قطر الشمس. ولو حظ أن الزيادة الظاهرية في الحجم يصاحبها نقصان في قيمة هدايب التداخل.



ويعزى السبب في حدوث هذه الاستطارة إلى التغيرات في الكثافة الإلكترونية في مناطق الإكليل الخارجي. وتتناسب التغيرات لمعامل الانكسار الراديوي طردياً مع مربع الطول الموجي (ل<sup>٢</sup>). لذا يمكن القول أن الاستطارة تكون أكبر عند الأطوال الموجية الكبيرة. وإذا كانت الاستطارة كبيرة جداً فإن شدة الإشارة المستلمة تتضاءل كثيراً إضافة إلى أن تناقصاً سيحدث في قيمة رؤية هباب التداخل. باستخدام مداخلات ذات خطوط قاعدة موضوعة باتجاهات مختلفة توصلنا إلى استنتاجات مثيرة ، فقد وجد أن مناطق التآين غير المنتظمة (اللامتجانسة) تستطيل وتتنظم وتمتد شعاعياً بعيداً عن الشمس. وهذا الانتظام على هذه الهيئة الشعاعية ينتج بفعل المجال المغناطيسي الشمسي الذي يجعل من حركات الإلكترونات حلزونية حول خطوطه ويمنعها من الانتشار نحو الجانب. ولوحظ وجود ترابط وثيق بين الصور الراديوية لانتظام مناطق التآين في المناطق المجاورة للشمس وبين سيول الغاز المرئية المندفعة خارج الشمس في منطقة الإكليل.



وبالإمكان استنتاج بعض المعلومات حول توزيع الكثافة الإلكترونية في الغلاف الجوي للشمس من خلال دراسة الاستطارة الراديوية الحاصلة فيه. فقد وجد أن الاستطارة أقوى ما تكون عند مستوى خط الاستواء مما يدل على التوزيع الإهليجي للكثافة الإلكترونية وكما هو متوقع فسوف تتغير قيمة الاستطارة أثناء دورة البقع الشمسية ، وتضعف هذه الاستطارة بازدياد البعد عن الشمس. وأكدت المجسات الفضائية هذا الأمر إذ بينت أن الكثافة الإلكترونية تصل إلى ٥ إلكترون/سم<sup>٢</sup> عند بعد وحدة فلكية واحدة عن الشمس.

وفي عام ١٩٦٢ تم التعرف على خصائص الاستطارة في مناطق الإكليل وكذلك الرياح الشمسية بأسلوب آخر ، إذ وجد من خلال الأرصاد خلال هذه السنة عند الأطوال الموجية المترية للمصادر الصغيرة جدا (التي يقل قطرها عن بضعة ثوان قوسية) إن الإستطارة تولد تذبذبا في قيمة الإشارات القادمة. وهذا التذبذب يشبه التومض أو التلألؤ الذي نراه في صورة النجوم بصريا والذي سببه عدم الانتظام لمعامل الانكسار للغلاف الجوي الأرضي. والاختلاف بين الاثنين إن التومضات الضوئية تنتج بسبب اختلاف درجة الحرارة للغلاف الجوي وكمية البخار الموجودة فيه ، في حين يعود سبب التذبذبات الراديوية إلى الاختلاف في الكثافة الإلكترونية في الفضاء بين الكواكب. وفي الحالتين كليهما تصيب سرعة الرياح المحركة لهذا اللاتجانس أو منطقة عدم الانتظام عبر مجال النظر والرؤية من خلال حساب معدل للتذبذب أو التومض المرصود.

ويؤدي التداخل الحاصل بين الموجات المستطارة إلى تغير قيمها. وتؤدي التغيرات غير المنتظمة في الانكسارات إلى انحناء مسار الموجات بحيث تصل هذه الموجات إلى الراصد وإن كانت قائمة من اتجاهات مختلفة. وكنيجة لذلك سوف تمتاز الموجات القادمة من مختلف الاتجاهات والتي عانت من الاستطارة مع بعضها ، فإذا امتزجت بنفس الطور ستزداد قوة الإشارة الواصلة وبعبكها ستخفت الإشارات المستلمة عندما تمتاز مع بعضها بعكس الطور فتلغي كل منها الأخرى ، ونلعبا لذلك تتغير قيمة الإشارة المرصودة.

هذا الكلام صحيح إذا كان المصدر صغيرا أما لو كان المصدر له حجم أكبر من ذلك فإن التذبذبات سوف تقل قيمتها وتصل إلى الراصد.

لقد أفادتنا دراسة هذه التذبذبات في الحصول على معلومات قيمة حول كل من تمييز المصادر الراديوية ذات الحجم الزاوي الصغير جدا وكذلك في معرفة تركيب وأخذ قياسات للتأين الموجود في الوسط بين الكواكب المتولد بفعل الرياح الشمسية. وهناك مسألة أخرى وهي أن التذبذبات لا تظهر في جميع أنحاء الأرض في وقت واحد ، فعندما يحدث خفوت في مكان معين فإنه يتحرك إلى مكان آخر بعد مدة معينة. وقد تم تسجيل ذلك بأرصاد أخذت في مناطق مختلفة ، ولوحظ أن



حركة التذبذبات تمر عليها تباعا عندما تتحرك مناطق اللاتجانسات مع الرياح الشمسية ، وهذا يشبه غيمة متحركة تلقي بظلها على الأرض وبحركتها ينتقل ظلها من مكان إلى آخر. ودلت الأرصاد الراديوية على أن سرعة هذه الرياح التي تسير في الفضاء بين الكواكب تتراوح بين (٣٠٠-٥٠٠) كم/ث ، أما أطوال اللاتجانسات فقد تصل إلى ٣٠٠ كم.

عندما تنطلق هذه اللاتجانسات في الفضاء فإنها تصحب معها جزءا من المجال المغناطيسي الشمسي الذي يساعد على تماسك اللاتجانس وانتشاره على امتداد هذه الخطوط ، ويدعى تأثير المجال المغناطيسي هذا أحيانا بتأثير المجال المجدد. وهذه الظاهرة يمكن أن تعزى إلى وجود دقائق مشحونة متحركة أو بتعبير آخر وجود تيارات كهربائية تؤدي إلى توليد هذه المجالات المغناطيسية. وحيث أن كثافة البلازما في هذه المناطق منخفضة قليلا ما ستتعرض الدقائق إلى اصطدامات بينها ، أي إن التيارات سوف تستمر بالسير بدون أي عاقبة.



## الفصل الرابع

# العلاقات الشمس-أرضية

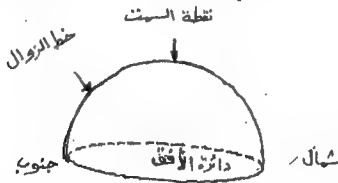


ترتبط الأرض ارتباطاً وثيقاً بالشمس النجم الأم في المجموعة الشمسية. فهي تدور في فلكها، وتتأثر بها تأثيراً كبيراً.

وفي هذا الفصل سوف نتناول بالتفصيل الظواهر التي نشاهدها على سطح الأرض ، والتي ترجع في أصلها إلى هذا الارتباط الوثيق وتلك العلاقة الحميمة بين الأم وأحد أبنائها ألا وهو كوكب الأرض..

تعتبر الشمس أهم الأجرام السماوية لسكان الأرض ، حيث تحدد حركتها الظاهرية أهم دوره في حياة العالم ألا وهي دورة الليل والنهار . ففي كل يوم تشرق الشمس فوق الأفق الشرقي وترتفع في السماء راسمة مساراً قوسياً إلى أن تختفي فوق الأفق الغربي. وفي منتصف الطريق بين الشروق والغروب تصل الشمس إلى نقطة أقصى ارتفاع لها بالنسبة للأفق ، وتحدث الظاهرة اليومية المتكررة التي يطلق عليها "وقت الظهيرة" وهو مرجع أساسي لقياس الوقت حيث تمثل الفترة ما بين ظهورين متتاليين طول اليوم الشمسي.

وأود أن أوضح هنا أن هناك نوعان من الأيام يوم نجمي ويوم شمسي. ويمكن تعريف اليوم النجمي على أنه الفترة الزمنية بين عبورين متتاليين لنجم معين خط الزوال. والزوال هو خط وهمي في السماء يمر بالنقطتين الشمالية والجنوبية على دائرة الأفق كما يمر أيضاً بنقطة السموت وهي نقطة في السماء تقع فوق رأس الراصد تماماً كما في الشكل.



وبنفس الطريقة يمكن تعريف اليوم الشمسي على أنه الفترة الزمنية بين عبورين متتاليين لمركز الشمس على خط الزوال. واليوم الشمسي أطول من اليوم النجمي بنحو أربع دقائق وإذا توخينا الدقة نجد أن الزيادة هي ٥٥,٩ ثانية ٣ دقائق.

ولقد لاحظ الفلكيون أن اليوم الشمسي لا يكون متساويا في المكان الواحد طول السنة إلا في الأماكن التي على خط الاستواء. وذلك يرجع إلى أن مدار الأرض حول الشمس ليس دائريا تماما ، ولكنه على شكل بيضاوي أي شكل قطع ناقص وبذلك تختلف السرعة المدارية للأرض مع اختلاف المسافة بين الشمس والأرض. ونظرا لعدم تساوي طول اليوم الشمسي في المكان الواحد على مدار السنة فإنه لا يمكن استخدام الوقت الشمسي المحلي كمقياس للزمن. ولعلاج هذه المشكلة اتفق الفلكيون على أخذ متوسط الأيام الشمسية على مدار السنة وأطلقوا عليه " اليوم الشمسي الوسطي" وبذلك تم تثبيت طول اليوم. ومن هذا نستطيع أن نقول أن اليوم الشمسي والوسطي هو الناتج عن حركة شمس اعتبارية بمعنى شمس تخيلية تقطع في حركتها مسافات متساوية في أزمنة متساوية وتكون الفترة بين عبورين متتاليين لهذه الشمس الاعتبارية خط الزوال هي ما يطلق عليها اسم "اليوم الشمسي الوسطي" أو "اليوم المدني" واصطلح على أن يقسم اليوم إلى ٢٤ ساعة والساعة إلى ٦٠ دقيقة والدقيقة ٦٠ ثانية.

نعود مره أخرى إلى حركة الشمس الظاهرية والتي تنشأ في الحقيقة عن دوران الأرض حول محورها ، هذه الحركة التي نشاهدها يوميا في تعاقب الليل والنهار في نظام مبدع دقيق لا خلل فيه لأنه من صنع الله الذي أنقذ كل شيء صنعا بكل ما فيها من معجزات وآيات نشاهدها بأعيننا في كتاب الله المنظور ألا وهو الكون. ويذكر الله بها المؤمنين ليزدادوا إيمانا ، ويدلل بها للكافرين على مدى ظلمهم وإنكارهم لما يروا رؤيا العين عليهم يتوبوا إلى رشدهم ويعرفوا الطريق إلى الله الخالق الباري المصور سبحانه وتعالى عما يشركون فيقول عز من قائل في كتابه المسطور :

﴿إِن يَشَاءِ اللَّهُ يَهْدِ النَّاسَ أَيُّ مَا يَخْتَارُونَ﴾

﴿إِن يَشَاءِ اللَّهُ يَهْدِ النَّاسَ أَيُّ مَا يَخْتَارُونَ﴾

صدق الله العظيم

(يونس ٦)

﴿وَسَخَّرَ لَهُمُ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حَانِئِينَ وَسَخَّرَ لَهُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ﴾

﴿وسخر الله الشمس والقمر حانئين وسخر الله الليل والنهار﴾.

صدق الله العظيم

(إبراهيم ٢٣)

﴿وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ فِي أَجَلٍ مُّسَمًّى﴾

﴿وهو الذي خلق الليل والنهار والشمس والقمر كل في أجل مسمى﴾.

صدق الله العظيم

(الأنبياء ٢٣)

﴿يُظَلِّجُ اللَّهُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَعِبْرَةً لِّأُولِي الْأَبْصَارِ﴾

﴿يظليج الله الليل والنهار إن في ذلك لعبرة لأولي الأبصار﴾.

صدق الله العظيم

(النور ٤٤)

﴿وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ خِلْفَةً لِّمَن أَرَادَ أَن يَذْهَبَ أَوْ أَرَادَ شُكُورًا﴾

﴿وهو الذي جعل الليل والنهار خلفة لمن أراد أن يذهب أو أراد شكورا﴾.

صدق الله العظيم

(الفرقان ٦٢)

ويُجلى الله على عباده قبيبين لهم أن الليل والنهار آيتين من آياته أي علامتين على وحدانيته وجلاله وتمام قدرته وإن تعاقبهما هو الأساس لوضع التقاويم التي تنظم سعيهم لعمارة الأرض ، ولولا خلق الله سبحانه وتعالى الليل والنهار لما عرفنا كيف نحسب السنين ولما عرفنا إلى متى يعمل الأجير ومتى يُفطر الصائم ولا كيفية تحديد أوقات الصلاة والحج حيث يقول سبحانه وتعالى في محكم آياته:

﴿وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَتَيْنِ فَمَحْوَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ مُبْهِرَةً لِّمَنْ عَلِمَ مِنْهُمْ﴾

﴿وجعلنا الليل والنهار آيتين فمحوا آية الليل وجعلنا آية النهار مبهرة لمن علم منهم﴾.

صدق الله العظيم

(الاسراء ١٢)

وهكذا وكما رأينا أمكن التعرف على حركة الأرض اليومية عن طريق تماقلب الليل والنهار ، فكيف نتعرف على الحركة السنوية لدوران الأرض حول الشمس والتي ينشأ عنها تتابع الفصول.

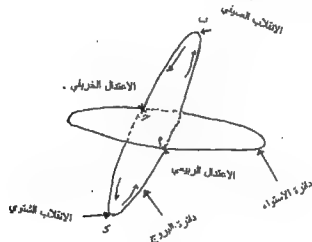
نتيجة لدوران الأرض حول الشمس ، تلك الدورة التي تكملها في سنة كاملة تبدو الشمس وكأنها تتحرك ظاهريا في دائرة يطلق عليها اسم دائرة البروج. وقد سميت كذلك حيث يقع على هذه الدائرة أو بالقرب منها إثني عشر مجموعة نجمية يطلق عليها البروج أو الأبراج وهي :

الحمل (أسماء العرب الكبيش) - الثور - الجوزاء (أسماء العرب التوأمين) -  
السرطان - الأسد - العذراء (أسماء العرب السنبلة) - الميزان - العقرب - القوس  
(أسماء العرب الرامي) - الجدي - الدلو (أسماء العرب ساكب الماء) - الحوت  
(أسماء العرب السمكتين).

ولقد نظم أحد الشعراء العرب بيتين من الشعر جمع فيهما الإثني عشر برجاً وفي ترتيبهما المفروض تبعا لمرور الشمس ببلهما فقال :

حمل الثور جوزة السرطان      ورأي الليث عذراء الميزان  
ورمى عقربا بقوس بجدي      نزع الدلو بركة الحيتان

وتبقى الشمس في كل برج حوالي شهر ، وتكون الشمس في أول برج الحمل عند الاعتدال الربيعي في ٢١ مارس ، وتتقاطع دائرة البروج مع دائرة الاستواء في نقطتين هما النقطة (أ) عند الاعتدال الربيعي (٢١ مارس) والنقطة (ب) عند الاعتدال الخريفي (٢١ سبتمبر).





نتكلم هنا عن دائرة الاستواء السماوية ، ونستطيع تعريفها إذا تخيلنا امتداد مستوى خط الاستواء الأرضي فإنه يقطع الكرة السماوية في دائرة هي دائرة الاستواء السماوية والتي تقاطع بدورها مع دائرة البروج في نقطتي الاعتدال الربيعي والخريفي.

وعند تبدأ الشمس حركتها الظاهرية مبتدئة من الاعتدال الربيعي فإنها تنطلق صاعدة إلى أن تصل إلى النقطة التي تبدأ بعدها في النزول أي تنقلب لذلك سُميت هذه النقطة (ب) بنقطة الانقلاب الصيفي (٢١ يونيو). ثم تنزل الشمس في حركتها على دائرة البروج حتى تصل إلى النقطة (ج) نقطة الاعتدال الخريفي ، وتواصل هبوطها إلى أن تصل إلى النقطة (د) حيث تنقلب صاعدة مرة أخرى لذا يطلق على النقطة (د) نقطة الانقلاب الشتوي (٢١ ديسمبر). ويتساوى طول كل مسن الليل والنهار عند نقطتي الاعتدال الربيعي والاعتدال الخريفي.

ويمكن الاستدلال على حركة الشمس الفصالية باستخدام عصا ، نعم عصا فإذا وضعنا عصا في وضع رأسي عمودي على سطح أرض مستوية نكون قد صلبنا جهازاً لدراسة الحركة الشمسية الفصالية وهو أبسط صورة لما يطلق عليه اسم المزولة. وأول ما نلاحظ أنه عندما يكون ارتفاع الشمس قريباً من الأفق يكون الظل طويلاً بينما يكون الظل أقصر ما يكون في وقت الظهيرة. وعند ملاحظة ظل المزولة خلال سنة كاملة نلاحظ أن طول الظل في وقت الظهيرة يختلف من الصيف إلى الشتاء ، ففي خلال فصل الصيف يكون طول الظل أقصر ما يمكن عند الانقلاب الصيفي وهي اليوم الذي يكون فيه عدد ساعات النهار أكبر ما يمكن (أطول نهار) ، وعند الانقلاب الصيفي تبلغ الشمس أعلى نقطة في السماء في حركتها على مدى العام. وفي المقابل فعند الانقلاب الشتوي يزداد طول الظل إلى أقصى مدى ، ويكون في هذا اليوم أقل عدد من ساعات النهار (أقصر نهار) ، وتهبط الشمس إلى أدنى ارتفاع لحركتها السنوية في السماء ، أما عند نقطتي الاعتدال الربيعي والخريفي يبلغ طول الظل متوسط قيمة النهاية العظمى في الشتاء والنهاية الصغرى في الصيف.

وصدق الله العظيم حين قال في كتابه الكريم :

﴿ألم تر إلى ربك كيف مده الظل ولو شاء لجعله ساكناً ثم جعلنا الشمس عليه دليلاً﴾ ثم قبضناه إلینا قبضاً يسيراً).

صدق الله العظيم

(الفرقان ٤٥ ، ٤٦)

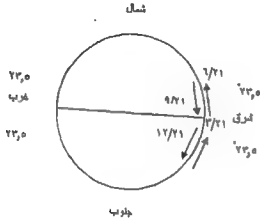
ولقد جاء في تفسير بن كثير قول بن عباس وابن عمر وأبو العالية وغيرهم ، أن المقصود بقوله تعالى "مد الظل" أي ما بين طلوع الفجر إلى طلوع الشمس . "ولو شاء لجعله ساكناً" أي لا يزول . "ثم جعلنا الشمس عليه دليلاً" أي لولا الشمس تطلع عليه لما عرف فإن الضد لا يعرف إلا بوضده . "ثم قبضناه إلینا قبضاً يسيراً" أي قبضناه قبضاً خفيفاً حتى لا يبقى في الأرض ظل إلا تحت سقف أو تحت شجرة .

وجاء نفس المعنى في تفسير القرطبي ولكن زاد على ذلك أن مكوث الظل في هذا الجو بمجرد طلوع الفجر إلى طلوع الشمس . فإذا طلعت الشمس صار الظل مقبوضاً وخلفه في هذا الجو شعاع الشمس فاشرق على الأرض وعلى الأشياء إلى وقت غروبها ، فإذا غربت فليس هناك ظل ، إنما ذلك بقية نور النهار وقد قيل : قبضه بغروب الشمس لأنها ما لم تغرب فالظل فيه بقية وإنما يتم زواله بغروب الشمس ومجيء الليل ودخول الظلمة عليه .

فإذا طبقنا ذلك على ما شرحناه سابقاً نجد أن الظل يكون ممدوداً على سطح الأرض كلها في فترة ما بين طلوع الفجر وطلوع الشمس ، لأنه عند طلوع الفجر تكون الشمس تحت الأفق وتضاء الأرض بضوء غير مباشر منها فيكون الظل ممدوداً . أما بعد ارتفاع الشمس فوق الأفق في أول الصباح يخفت الظل تدريجياً وتظل الشمس تطارده حتى يصل طول الظل إلى أقصر ما يكون عند الظهيرة . أما عند غروب الشمس فلا يكون هناك ظل ، إنما يجيء الليل ويغشى الأرض بظلامه . فسبحان الله خالق كل شيء بديع السموات والأرض عما يصفون .

ويرتبط هذا السلوك بتغير اتجاهات غروب وشرق الشمس فنجد أن الشمس في حركتها الظاهرية السنوية تمضي ستة أشهر تشرق ما بين الشمال والشرق ،

وتغرب ما بين الشمال والغرب وفي خلال السنة الأشهر التالية تشرق ما بين الجنوب والشرق وتغرب ما بين الجنوب والغرب.



وهنا نتذكر قوله سبحانه وتعالى :

﴿وَالشَّمْسُ تَغْرِبُ فِي أَفْئُقٍ غَيْرِهَا لِيَجْزِيَ اللَّهُ أَشْأَنَ بَاطِلَةٍ﴾

﴿والشمس تشرق والمغرب ما بينهما ما ينما تولوا منه وجه الله ان الله واسع عليم﴾.

صدق الله العظيم

(البقرة ١١٥)

حيث أن نقطة شروق الشمس من الأفق تسمى مشرق ونقطة غروب الشمس تسمى مغرب وهو سبحانه وتعالى رب المشرق والمغرب. ونظرا لتعدد واختلاف نقاط شروق الشمس ونقاط غروبها فإنه يصبح لدينا الكثير من المشرق والمغرب والله سبحانه وتعالى رب المشرق والمغرب . وصدق سبحانه وتعالى حيث قال :

﴿وَالشَّمْسُ تَغْرِبُ فِي أَفْئُقٍ غَيْرِهَا لِيَجْزِيَ اللَّهُ أَشْأَنَ بَاطِلَةٍ﴾

﴿ولا أقسم بربهم المشرق والمغرب ما أنا لحادرون﴾.

صدق الله العظيم

(المعارج ٤٠)

وترتبط الصلوات الخمس المفروضة ارتباطا أساسيا بدورة الشمس اليومية أو بمعنى آخر ترتبط أوقات الصلاة ارتباطا وثيقا بظواهر طبيعية فلكية متكررة تتكرر يوميا تعتمد على حركة الأرض حول نفسها. فزوال الشمس وغروبها وشرقها

واختفاء الشفق المسائي وولادة الشفق الصباحي ظواهر فلكية جعلها الله رحمة للناس  
علامات تحدد لهم أوقات صلاتهم وصنق الله تعالى حين قال في كتابه الكريم:

﴿إِنَّ السَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَوْقُوتًا﴾

﴿إن الصلاة كانت على المؤمنين كتابا موقوتا﴾.

صنق الله العظيم

(سورة النساء ١٠٣)

ولقد ورد تحديد هذه الأوقات في القرآن الكريم والأحاديث النبوية الشريفة  
فلقد قال الله في كتابه الكريم :

﴿وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفَيْ النُّجُومِ وَارْزُقْنَا مِنَ اللَّيْلِ إِنَّ الْحَسَنَاءِ يَحْمِلْنَ السَّيِّئَةَ ذَلِكَ حُكْمٌ مِّن رَّبِّكَ

﴿واقم الصلاة طرفي النجوم ورزقنا من الليل إن الحسناء يحمين السيئة ذلك حكم من ربك  
للعاصرين﴾.

صنق الله العظيم

(هود ١١٤)

﴿وَأَقِمِ الصَّلَاةَ لَطُلُوكَ الضُّحَىٰ إِلَىٰ غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ

﴿اقم الصلاة لطلوك الضحى إلى غسق الليل وقرآن الفجر إن قرآن الفجر كان  
مشهودا﴾.

صنق الله العظيم

(الاسراء ٧٨)

وجاء في الحديث الصحيح للذي رواه الترمذي والنسائي عن جابر بن عبد الله  
قال : (جاء جبريل إلى النبي صلى الله عليه وسلم حيث زالت الشمس فقال قم يا  
محمد فصل الظهر ثم مكث حتى إذا كان فيء الرجل مثله جاءه للعصر فقال قم يا  
محمد فصل العصر ، ثم مكث حتى إذا غابت الشمس جاءه فقال : قم فصل المغرب  
فقام فصلاها حين غاب الشمس سواء ثم مكث حتى إذا غاب الشفق جاءه فقال : قم  
فصل العشاء فقام فصلاها ثم جاءه حين سطع الفجر في الصبح فقال له قم يا محمد  
فصل الصبح)

وزالت الشمس : معناها عندما تصبح الشمس في الزوال. أما فيء الرجل  
فمعناها ظله.

وهكذا نجد أن الآيات القرآنية والأحاديث النبوية تحدد مواقيت الصلاة اعتماداً على دورة الشمس اليومية الظاهرية فنجد أن :

الظهر : ويبدأ من دلوک الشمس ( وهو أعلى ارتفاع لها في السماء أثناء دورتها اليومية أي هو قمة الدائرة ) أي عقب انحراف الشمس عن وسط السماء إلى أن يصير ظل الشيء مثله مضافاً إليه طول الظل الذي كان موجوداً لهذا الشيء عند الزوال وهو وقت دخول العصر .

العصر : ويبدأ من وقت انتهاء الظهر ويستمر حتى اختفاء حافة الشمس العليا تماماً تحت الأفق .

المغرب : ويبدأ وقتها من غروب الشمس إلى مغيب الشفق الأحمر أي عندما يصبح انخفاض الشمس تحت الأفق ١٨,٥ درجة .

العشاء : ويبدأ وقتها من بعد وقت المغرب أي عند غياب الشفق الأحمر بعد الغروب ويستمر إلى غسق الليل أي إلى انتهاء الظلام بطلوع الفجر الصادق .

أما الفجر : ويبدأ وقت صلاة الفجر لطلوع الفجر الصادق وهو أول ظهور ضوء الشمس غير المباشر (السابق عليها) والذي يظهر من جهة المشرق ثم ينتشر حتى يعم الأفق جميعه ويصعد إلى السماء منتشراً . أما الفجر الكاذب فلا عبره به وهو الضوء الذي لا ينتشر ويظهر مستطيلاً دقيقاً يتجه إلى السماء وعلى جانبيه ظلمه . ويمتد وقت الفجر إلى طلوع الشمس .

وتتباين مواقيت الصلاة من مكان إلى آخر حسب اختلاف خطوط الطول والعرض للمواقع الجغرافية المختلفة . إذ نجد إن الشمس تشرق في لحظة على جزء من الأرض وتغرب في تلك اللحظة نفسها على جزء آخر منها . وتبعاً لذلك نجد أن صوت المؤذن يبقى مكبراً على مدى ساعات اليوم في كل العصور والأزمان وفي كل الأوقات والبقاع منادياً للصلاة . فما أن ينتهي المؤذن من أذان صلاة الظهر مثلاً في موقع معين حتى يحين موعد أذان الظهر في موقع آخر على سطح الأرض يقع غرب الموقع الأول فيطلق صوت المؤذن في ذلك المكان منادياً "الله أكبر" ، ناهيك عن مواعيد أذان الصلوات الأخرى التي تتداخل مع بعضها البعض لاختلاف المواقع الجغرافية على وجه الأرض . وهكذا على مدى الزمان لا نجد لحظة واحدة لا

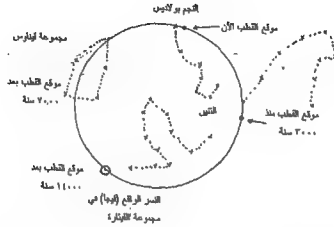
ينطلق فيها صوت المؤذن مناديا "الله أكبر". من الأرض إلى السماء مألنا فضاءها بالتكبير والتوحيد.

ومن الظواهر المثيرة أيضا في أثناء حركة الشمس الظاهرية السنوية ظاهرة "تقهقر الاعتدالين" ولفهم هذه الظاهرة دعونا نعود إلى الماضي البعيد ففي عهد السومريين كانت الشمس تقع في برج الثور عند الاعتدال الربيعي في ٢١ مارس واليوم نرى الشمس قريبة من برج الحوت في نفس هذا التاريخ. معنى هذا أنه في خلال ٥٠٠٠ سنة تحرك موقع نقطة الاعتدال الربيعي على دائرة البروج إلى الغرب من برج الثور مروراً ببرج الحمل ثم إلى برج الحوت.

من هذه المعلومات نستطيع أن نحسب الوقت اللازم حتى تتم نقطة الاعتدال الربيعي دورة كاملة خلال دائرة البروج أي نعود إلى برج الثور مرة أخرى. إذا كانت نقطة الاعتدال الربيعي تحركت خلال برجين في فترة ٥٠٠٠ سنة، وعدد البروج التي تقع على أو قربها من دائرة البروج هي ١٢ برجا فتكون الشمس قد قطعت ٦/١ الدورة في ٥٠٠٠ سنة وبحسبه بسيطة نجد أنه تحتاج إلى ٣٠٠٠٠ سنة لتكمل دورتها في دائرة البروج.

ولقد بينت الحسابات الأكثر دقة إن الفترة اللازمة لهذه الدورة هي ٢٥٧٨٠ سنة. وتسمى الإزاحة البسيطة البطيئة للنقطي الاعتدال في اتجاه الغرب ظاهرة "تقهقر الاعتدالين" حيث أن نقطة الاعتدال تتراجع إلى الخلف على دائرة البروج بمعدل ٥٠ ثانية قوسية في السنة وينشأ عنها تغير موقع الشمس بين البروج في نقاط الاعتدالين والانقلابين.

ويؤثر تقهقر الاعتدالين في ظاهرة أكل وضوحا ولكنها ظاهرة هامة أيضا ألا وهي تحرك الأقطاب السماوية. بمعنى تغير موضع القطبين في السماء. فكما نعرف فإن القطب السماوي الشمالي الآن يقع بالقرب من النجم الذي يطلق عليه اسم "بولاريس" في مجموعة الدب الأصفر، ولكن منذ ثلاثة آلاف سنة مضت كان القطب الشمالي بالقرب من نجم يطلق عليه اسم الثعبان ويطلق عليه أيضا اسم (ألفا التتین) لوقوعه في مجموعة للتین، وبعد حوالي ١٤٠٠٠ سنة من الآن سيحط



القطب الشمالي حاله بالقرب من نجم فيجا (النسر الواقع) وهكذا يظل تأثير تقهقر الاعتدالين مستمرا في تغيير موقع القطبين على الرغم من أن هذا التأثير غير ملحوظ لأنه يحتاج إلى فترات طويلة من المئين تصل إلى عدة آلاف حتى يمكن ملاحظته.

من الظواهر المرتبطة بالشمس أيضا ظاهرة "الشفق القطبي". ففي أوقات النهاية العظمى للنشاط الشمسي ، وعندما يصل نشاط الومض الشمسي قمته ، تتدفع سيول من الجسيمات المشحونة إلى الطبقات العليا في الغلاف الجوي للكرو الأرضية. تتسبب الإلكترونات العالية السرعة الهائلة في الفضاء في إثارة الذرات في الغلاف الجوي ، وينشأ عن عودة الذرات المثارة إلى المستوى الأدنى مرة أخرى ظهور إشعاعات في المدى المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي. وتتشأ ظاهرة الشفق القطبي في السماء عند القطب ، ويمكن تشبيهها على أنها صفائح رقيقة خافتة اللامعان معلقة في السماء وتتسدل وكأنها هي ستائر بيضاء.

وتحتاج رؤية الشفق القطبي إلى طقس صافٍ وأن نكون بعيدين عن خط الاستواء. ويشاهد الشفق القطبي في معظم أوقات السنة في ليالي مناطق شمال سيبيريا ولاهولاند وجرينلاند وآيسكا. ويحدث الشفق القطبي بمعدل مرة كل أسبوعين في السويد والنرويج وشمال اسكتلندا. أما في لندن فيحدث الشفق القطبي مرة كل شهرين تقريبا.

وتختلف ظاهرة الشفق القطبي عن ظاهرة الشفق المعتادة التي نلاحظها فسي الأفق الغربي عقب كل غروب للشمس وفي الأفق الشرقي قبل كل شروق للشمس. وبعد الشفق ظاهرة طبيعية تحدث نتيجة انعكاس ضوء الشمس كليا عقب غروبها وعندئذ يعرف "شفق الغروب". والمعروف أن الشفق يندم تماما عندما تكون الشمس تحت الأفق بزاوية مقدارها ٩٨° تقريبا وتطول فترة الشفق كلما ارتفعنا إلى خطوط العرض العليا. ويظهر الشفق الممائي في أول الأمر بلون أصفر ، ثم لا يلبث أن يتغير لونه بازدياد انخفاض الشمس تحت الأفق ليتحول إلى اللون الضارب إلى الحمرة ، وعندما يلفظ أنفاسه الأخيرة من بدء الليل ينتهي باللون الأبيض بينما نجد أن الشفق الصباحي يبدأ في أول الأمر قبل الشروق ويتصف عندئذ باللون الأبيض وما أن يمر بعض الوقت حتى يتحول تدريجيا إلى اللون الأصفر وأخيرا وقبل بزوغ الشمس يتحول إلى اللون الأحمر.

وينتج هذا الضوء المميز عن طريق التشتت بواسطة جو الأرض والذي ينقل ضوء الشمس إلى الراصد بعض الوقت بعد غروب الشمس أو قبل شروقها وتعتمد طول هذه الفترة أي فترة ظهور الشفق على خط الطول وخط العرض والارتفاع للشخص المراقب للظاهرة وعلى وقت السنة كما تعتمد أيضا على الظروف المحلية وخاصة الجو.

ويمكن تمييز ثلاث درجات من الشفق :

الشفق المدني :

وينتهي عندما يكون مركز الشمس على بعد ٥° تحت الأفق. وإذا كانت السماء صافية فإنه يمكن عادة ممارسة أي عمل في الأماكن الخلوية بدون الحاجة إلى أضواء صناعية في فترة الشفق المدني.

الشفق البحري :

وينتهي عندما تكون الشمس على بعد ١٢° تحت الأفق وفيه يمكن رؤية الأفق وكذلك النجوم اللامعة في السماء.



## الشفق الفلكي :

وينتهي عندما تكون الشمس تحت الأفق بحوالي ٥١٨ وعند ذلك الوقت لا يصل أي أثر من إضاءة الشمس إلى السماء.

وسبحان الله الخالق البارئ المصور الذي قال في محكم كتابه :

﴿لَا تَلْبِسُ اللَّيْلَ الْيَوْمَ وَلَا الْيَوْمَ اللَّيْلَ ۚ إِنَّكَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ﴾

﴿إن ربهم الله الذي خلق السموات والأرض في ستة أيام ثم استوى على العرش يغيث الليل النصار يطلعه خفيًا والشمس والقمر والنجوم مصحرا به أمره إلا له الخلق والأمر تبارك الله رب العالمين﴾.

صدق الله العظيم

(الأعراف ٥٤)

ولقد ورد في التفسير أن معنى ﴿ يغيث الليل النصار يطلعه خفيًا ﴾ أن يذهب ظلام هذا بضياء هذا ، وضياء هذا يظلم هذا ، وكل منهما يطلب الآخر طلبا خفيًا أي سرى ما أي لا يتأخر عنه يعني إذا ذهب هذا جاء هذا ويتجلى ذلك في قوله سبحانه وتعالى :

﴿لَا تَلْبِسُ اللَّيْلَ الْيَوْمَ وَلَا الْيَوْمَ اللَّيْلَ ۚ إِنَّكَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ﴾

﴿وآية لهم الليل نسلخ منه النهار فإذا هم مظلمون﴾ والشمس تجري لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم لا الشمس ينبغي لها أن تدرك القمر ولا الليل سابق النهار وحل في ذلك يسبحون﴾

صدق الله العظيم

(يس ٣٧-٤٠)

وجاء في التفسير أن معنى كلمة نسلخ منه النهار أي تصرمه منه فيذهب ويقل الليل وهي عملية تدريجية لا تحدث فجأة.

وتأمل في قوله تعالى ﴿ولا الليل سابق النهار﴾ أي لا يغوته بوقت يتأخر عنه بل هو في أثره أي أن عملية التغير من الليل إلى النهار والعكس هي عملية تواصلية لا تشعر فيها بسبق الواحد عن الآخر إنما تشعر بالتتابع ولذا قال عز من قائل ﴿يطلعه خفيًا﴾.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَكُونَنَّ لَهُ شُكْرًا

﴿خلق السموات والأرض بالحق يحور الليل على النهار ويحور النهار على الليل  
وسخر الخمس والقمر حل يجري لأجل مسمى ألا هو العزيز الغفار﴾

صدق الله العظيم

(الزمر - ٥)

وقد جاء في تفسير بن كثير "لمعنى ﴿يحور الليل على النهار ويحور النهار على الليل﴾. أي سخرهما متعاقبين لا يفتران كل منهما يطلب الآخر طلبا حثيثا.  
أما في تفسير القرطبي فذكر أن التكرير في اللغة يعني طرح الشيء على بعضه. وقد روي عن بن عباس في معنى الآية : ما نقص في الليل دخل في النهار وما نقص في النهار دخل في الليل. وقيل تكرير الليل على النهار أي تفشيته إياه حتى يذهب ضوءه ويفشي النهار على الليل فيذهب ظلمته. وهو ما أجده معبرا عن تدرج الظلمة بعد غروب الشمس وتدرج انبلاج الصباح بظهور ضوء الشفق الصباحي.

ولظاهرة الشفق أهمية مميزة بالنسبة للعالم الإسلامي من الناحية الدينية لتحديد أوقات صلاتي الفجر والمشاء تحديدا وفي فريضة الصوم أيضا كما جاء في قوله تعالى :

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَكُونَنَّ لَهُ شُكْرًا

﴿وخلوا وأهربوا حتى يتبين لكم الخط الأبيض من الخط الأسود من النجم ثم اتصوا الصباء إلى الليل﴾.

صدق الله العظيم

(البقرة ١٨٧)

ومن الظواهر الفلكية المثيرة والتي تحدث في أماكن محددة على سطح الأرض ما نطلق عليه "شمس نصف الليل" وتشاهد هذه الظاهرة في المناطق القطبية بالقرب من موعد الانقلاب الصيفي وتتخلص هذه الظاهرة في بقاء الشمس مرئية فوق الأفق عند منتصف الليل بحيث تصل إلى أقل ارتفاع لها فوق الأفق ولكن لا تغرب. وشمس منتصف الليل هي إحدى نتائج ميل محور دوران الأرض

وبناء عليه تبقى الأرض كل قطب من قطبيها موجها للشمس على التوالي. ويكون طول النهار أو الليل عند القطبين ستة أشهر في كل حالة. وعندما يصبح الجزء الشمالي من الكرة الأرضية مبتعدا عن الشمس في المدار يحل الليل على هذا الجزء ونقل طول الفترة المظلمة التي لا يتخللها ضوء النهار كلما بعد المكان عن القطب وتنتهي تماما عند الدائرة القطبية عن (خط عرض  $\pm 33^\circ 36'$ ).

ويمكن مشاهدة شمس منتصف الليل لعدة أيام حول وقت الانقلاب الصيفي في كل الأماكن التي تقع شمال خط عرض  $+36^\circ$  وجنوب خط عرض  $-36^\circ$ .

ولا تقتصر هذه الظاهرة على الشمس فقط بل أن هناك نجوم لا تشرق ولا تغرب أي أنها نجوم تظل ظاهرة فوق الأفق تتحرك ظاهريا في دائرة مركزها القطب الشمالي أو الجنوبي بحيث لا تتقاطع مع دائرة الأفق وكما أن هناك نجوم دائما فوق الأفق فإن هناك نجوم دائما تحت الأفق وسبحانه تعالى القائل في محكم كتابه :

﴿إِنَّ رَبَّهُمُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَى عَلَى الْعَرْشِ يَعْلَمُ اللَّيْلُ وَالنَّهَارُ حِثًّا وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ وَالنُّجُومُ سَبْعُونَ أَلْفَ مَرَّةً فِي كُلِّ وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ﴾

﴿إِنَّ رَبَّهُمُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَى عَلَى الْعَرْشِ يَعْلَمُ اللَّيْلُ وَالنَّهَارُ حِثًّا وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ وَالنُّجُومُ سَبْعُونَ أَلْفَ مَرَّةً فِي كُلِّ وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ﴾.

صدق الله العظيم

(الأعراف ٥٤)

وأخيرا لا يفوتنا ونحن نتكلم عن الظواهر المرتبطة بالشمس أن نشير إلى ظاهرة الكسوف الشمسي وهي من الظواهر المألوفة منذ الأزل.

يحدث كسوف الشمس نتيجة لوقوع القمر بين الأرض والشمس وبشرط أن يكون القمر في حالة الاقتران أو قريبا منها أو بعبارة أوضح أن يكون هلالا وليدا أي لحظة ميلاد القمر. وأن تكون مراكز الأجسام الثلاثة على خط مستقيم تقريبا. ونتيجة لميل مدار القمر على دائرة البروج فإنه من البديهي ألا يحدث الكسوف إلا إذا كان القمر على دائرة البروج أو قريبا منها وبعبارة أخرى عندما يكون القمر عند إحدى العقبتين وهما نقطة تقاطع مدار القمر مع دائرة البروج.

وحيث أن نصف قطر القمر أقل بكثير من نصف قطر الأرض فمن غير الممكن أن تقع الأرض بأكملها داخل مخروط الظل الناشئ عن المماسات الخارجية لكل من الشمس والقمر ، وبالتالي فإن كسوف الشمس يمكن مشاهدته فقط من بعض الأجزاء على سطح الأرض.

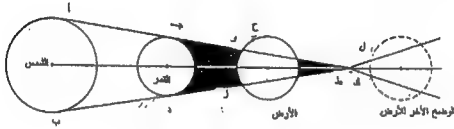
ويبين الشكل مخروط الظل الناشئ عن التقاء المماسات الخارجية للشمس والقمر عند رأس المخروط في النقطة "ط" ويسمى هذا المخروط بمنطقة الظل وتسمى المنطقة الناشئة عن المماسات الداخلية شبه الظل. وقد يكون الكسوف كلياً أو جزئياً أو حلقياً.

فإذا كان الراصد يقف في أي موقع على سطح الأرض محصوراً بين النقطتين "و" ، "ز" فإنه يشاهد الكسوف كلياً حيث يحجب القمر في هذه الحالة ضوء الشمس تماماً عن هذه المناطق فيسمى الكسوف كلياً. وبعبارة أكثر عمومية إذا كان الراصد يقع على خط المراكز للشمس والقمر وكان القطر الزاوي للقمر أكبر من الشمس فإنها بأكملها تختفي وراءه ويعتمد هذا على مدى بعد القمر عن الأرض ، أما إذا كان الراصد عند نقطة مثل "ح" فإن القمر في هذه الحالة يحجب جزءاً من ضوء الشمس فيكون الكسوف جزئياً بشرط أن تقع النقطة "ح" في منطقة شبه الظل وبعبارة أخرى إذا كان الراصد بعيداً من خط المراكز فإن القمر يُخفي جزءاً من الشمس ويسمى ذلك كسوفاً جزئياً.

أما إذا كانت الأرض في وضعها الآخر الممثل في الشكل فإن الراصد الموجود في المنطقة المحصورة بين النقطتين "ك" ، "ل" يشاهد الكسوف حلقياً ، أي أنه في الأحوال التي فيها بعد الأرض عن القمر أكثر من طول مخروط الظل ففي هذه الحالة يختفي الجزء الأوسط من الشمس ويتبقى حلقة مضيئة منها ويسمى ذلك كسوفاً حلقياً.

ولمزيد من الإيضاح نناقش هذا الموضوع عن طريق الأرقام من المعروف أن القطر الزاوي للقمر يتغير من تسعة وعشرين دقيقة قوسيه واثنين وعشرين ثانية قوسيه عند الأوج إلى ثلاثة وثلاثين دقيقة قوسيه وثمانية وعشرين ثانية قوسيه عند الحضيض بينما يتغير القطر الزاوي للشمس من إحدى وثلاثين دقيقة قوسيه وثمانية

وعشرين ثانية قوسيه عند الأوج إلى اثنين وثلاثين دقيقة قوسيه واثنين وثلاثين ثانية قوسيه عند الحضيض ويسمح الاختلاف بين أقطار الجسمين السماويين بحدوث كل من الكسوف الكلي والحلقي والجزئي ، فإذا كانت الشمس في الأوج والقمر في الحضيض يكون الكسوف كليا أو جزئيا تبعا لموقع الراصد إذا ما كان في منطقة الظل أو منطقة شبه الظل أما إذا كانت الشمس في الحضيض والقمر في الأوج فيكون الكسوف حلقيًا.



الفصل الخامس

# الشمس في العقائد القديمة





تعتبر الحضارة المصرية القديمة أعرق الحضارات في التاريخ وأكثرها ثراء وعطاء. ويشهد تاريخ العالم القديم وما تركه المصريون القدماء من آثار عظيمة على مدى تأصل الديانة في هذه الأمة ، مما جعل للكهنة وضعا متميزا بينهم. كان لهؤلاء الكهنة الذين لم يتخذوا العلم حرفه فحسب بل كرسوا حياتهم وهبوا لدراسة الظواهر الطبيعية المتنوعة واقطعوا كلية عن ذويهم منزله رفيعة بين الناس وحظوة كبيرة لدى الملوك.

كانت قصة الخلق من بين الروايات التي انتقلت عبر ما سطره تاريخ أعظم شعب حمل رسالة المدنية والعلم منذ فجر التاريخ ، وخلد على ضفاف النيل من الآثار ما يبهير الأقطار ويشهد على الدول بأن ما بلغوه من مراتب المدنية لم يبلغه أحد من معاصريهم.

وردت قصة الخلق عند قدماء المصريين في روايات ثلاث تتفق مع بعضها في الإطار العام وإن اختلفت في التفاصيل.

نشأت قصة الخلق الأولى في مدينة هليوبوليس والتي كان اسمها عند قدماء المصريين (أون) تلك المدينة المقدسة العتيقة التي كان الملوك يزورونها بعد اعتلائهم العرش تثبيتا لسلطانهم وتأكيدا له والتماسا للبركة. والخلق في قصة هليوبوليس هي أولى القصص ليس باعتبارها الأقدم فحسب بل لأن رجال اللاهوت استمروا يضيفون عليها على مر السنين.

وتحكي هذه القصة أنه في البدء كان "نون" ذلك العنصر السائل الجامع أو هو "الخواء" على اعتبار أن فيضان النيل السنوي هو نموذجة الاسم. لم يكن هذا العنصر السائل عنصرا سلبيا بل كان كتلة لم تتشكل ، بعد لا حركة ولا حياة فيها ولكنها تحتوي على كل بذور الحياة الكامنة. وتبعا لهذه الأسطورة لا يختفي السائل بعد انتهاء عملية الخلق بل يظل متربصا بالعالم الحي يهدد باجتياحه بصفة دورية كلما اختل توازن الكون بصفة عامة. وكان الاعتقاد السائد أن النفوس المذبذبة التي لم تحظ مثلا بالطقوس الجنائزية أو المواليد الذين ولدوا موتى فلم تسعفهم قواهم للولوج إلى العالم الحسي يهيمنون في هذا السائل كالغرقى على غير هدى.

والشمس قد اتبعثت من هذا الخواء. خرجت إلى الوجود من تلقاء نفسها ، برزت بعد الحसार المياه. وأخذت أبعاداً مادية فوق حجر مرتفع يُعرف باسم "بن بن" وهو حجر هرمي الشكل كانوا يعتقدون أن الله الشمس أظهر نفسه وهو واقف عليه على هيئة طائر العنقاء "طائر الخلود". وكان هذا الحجر محل تقديس وعبادة في معبد مدينة هليوبوليس على اعتبار أنه المكان الذي شهد عملية الخلق. أما حجر "بن بن" فهو أشعة الشمس التي تحجرت. وقد عبد هذا الحجر على هيئة مسلة ناقصة تنهض فوق قاعدة مربعة. هذا الإله الذي خلق ذاته هو على التوالي "رع" أي للشمس ذاتها أو "آتوم" أي الكائن التام بمعنى الكلمة أو "خبرى" الذي يُمثل على هيئة جعران واسمه يعنى "التحول" على غرار ما تفعله الحشرة عندما تدفع أمامها كرة الروث. ويستطرد كهنة هليوبوليس سردهم لقصة الخلق حيث يروون أن "رع-آتوم" إله الشمس قد خلق نفسه من "نون" المحيط الأزلي ، واتحد هذا الإله الخالق جنسياً مع نفسه فانجب زوجاً من الآلهة الإله "شو" رب الجفاف والآلهة "تفوت" ربه الرطوبة. ومن تزواج الجفاف والرطوبة ولد زوجان آخران امرأة ورجل هما السماء "توت" والأرض "جب" ، وأسفر زواج توت وجب عن انجاب أربعة مواليد هم أوزوريس وإيزيس وست ونفتيس وأطلقوا على هذه الآلهة "تاسوع هليوبوليس العظيم".

وكما ذكرنا فلم يكن "رع-آتوم" هو الصورة الوحيدة التي عبد فيها إله الشمس في هليوبوليس ، فهناك أشكال أخرى مثل "حورا ختى" وترجمتها "حورس الذي في الأفق" و"خبرى" على هيئة جُعل.

بدا نضج واكتمال دين رسمي لمصر في عهد بناء الأهرام والذي يبدأ بقيام الأسرة الثالثة وينتهي بانتهاء الأسرة السادسة ولو أن بناء الأهرام استمر بعد ذلك ولكن بدرجة أقل حتى نهاية الأسرة الثانية عشر. وكان أكبر هذه الأهرام هرم الجيزة الذي بناه خوفو والذي تدل ضخامته على ما وصل إليه فن البناء والهندسة في ذل الحين ، وعلى ما كان للحاكم من قوة وجبروت وإدارة حازمة فاستطاع أن يسخر عشرات وربما مئات الآلاف من الرعية في بناء هذا الأهرام الخالد وأحد عجائب الدنيا السبع.

تولى الملك من بعد خوفو أبنة خفرع مُشيد الهرم الثاني إلى جوار هرم أبيه في الجيزة والذي يرجح المؤرخون أيضاً أنه مُشيد "أبو الهول" ولو أن من بين المؤرخين من يقول أنه أُقيم في عصر ما قبل التاريخ. ويلاحظ هنا أن اسم الملك يشمل كلمة "رع" وهي الشمس التي كانت تمثل أعظم الآلهة في ذلك العصر ، كما أن بعض المؤرخين يرجحون أن أبو الهول تمثل لرع. وقد أخذت عبارة رع تنتشر في الأسرة الرابعة وامتت البلاد كلها وأخذ بعض ملوكها يضيفون اسمه إلى أسمائهم تيمناً وتبركاً مثل خفرع و منقرع. وكانت مدينة عين شمس مركزاً لعبادة هذا الإله. وكان كهنتها أقوى الكهنة نفوذاً وسلطاناً ، وتأيد نفوذهم بتأسيس الأسرة الخامسة التي أسسها "أوسر كاف" ابن الملكة "خلت كاوس" التي تزوجت أحد الكهنة. وكان هذا الملك نفسه هو أحد هؤلاء الكهنة وقد اعتبر نفسه إلهاً لرع. ونهج خلفاؤه من ملوك هذه الأسرة نهجه فأقاموا أهرامهم في أبي صير بالقرب من دهشور وهناك أقاموا بجوارها معابد للشمس نقشوا على جدرانها زوارق جميلة تمثل الشمس في رحلتها النهارية والليلية. وأقاموا لهذه المعابد أعمدة ذات تيجان مزينة بنبات البردي وزهرة اللوتس وعينوا الكهنة لحراسة المعابد ولجزلوا لهم العطاء وأوقفوا عليهم الأوقاف ولم يهتم ملوك هذه الأسرة ببناء الأهرام قدر اهتمامهم ببناء المعابد لعبادة الشمس.

أخذت عبادة الشمس تتضاءل في عهد الأسرة السادسة وناقشتها عبادة "فتاح" إله المنطقة المحيطة بمنف. ظلت الأمور هكذا إلى نهاية عصر الدولة القديمة وبداية الدولة الوسطى والتي يرجع تاريخها إلى الفترة (٢١٦٠-٥٨٠ ق.م) والتي بدأت بتأسيس الأسرة الحادية عشر وقد اتخذ ملوكها مدينة طيبة ومكانها الآن هو الأقصر عاصمة لهم ومن ملوكهم البارزين أمنتب مؤسس الأسرة الثانية عشر. وفي عصر هذه الدولة بلغت عبادة الشمس ذروتها ولم يستطع كهنة الآلهة الأخرى مقاومتها أو الوقوف في وجهها. ولما رأوا ما عليه كهنة "رع" من نفوذ وثروة مما كان يقدحه عليهم الملوك مالوا إلى مقاسمتهم بعض حظه فاعلنوا أن معبوداتهم ما هي إلا صور مختلفة للإله العظيم "رع" وصاروا يضيفون إلى أسماء آلهتهم اسم هذا

المعبود حتى "أمون" إله طيبة التي نشأت بها الأسرة الحادية عشر أسموه "أمون" -  
رع".

لعل أهم ما يستوقف النظر عند دراسة تاريخ العالم القديم أننا لا نكاد نجد أمه  
تأصلت فيها الديانة وامتزجت بحياة أهلها امتزاجاً قوياً كالأمم المصرية ، حتى لنرى  
الدين وكأنه الحافظ الأكبر على ما نشأ بمصر القديمة من علوم وفنون وآداب  
واصطبغت به فلسفتها.

فنجد أن من آرائهم الفلسفية أن الزمن مكون من الماضي والحاضر  
والمستقبل وهي جميعاً متداخلة وليست متفرقة بل هي وفي آن واحد مجتمعة  
ومتفرقة. ذلك لأنه لو اعتبر الحاضر منفصلاً عن الماضي فإنه لا يمكن أن يتبدى  
حتى يكون هناك ماضياً فمن الزمن الذي يمضي يُشتق الزمن الحاضر ومن الحاضر  
يُشتق المستقبل.

وكانوا يعتقدون أن الشمس والقمر أبديان ولذلك رمزوا بهما للأبدية. كما  
رمزوا لأبدية الكون بالثعبان الملفت الذي يعض ذيله.

وكانوا يعتقدون أن السماء بحر عظيم يعتمد على أربعة أعمدة وأن الشمس  
تعبر السماء كل صباح في زورق سماوي من الشرق إلى الغرب وكانت هذه  
النظرية أكثر النظريات التي تفسر حركة الشمس قبولاً واعتقدوا أيضاً أن القمر  
والكواكب تعبر السماء أيضاً في قوارب ، وذلك لأنه لم تكن هناك طريقة  
للمواصلات عند المصري القديم السب من القوارب ، لأنه هو وأجداده قد ركبوا  
متن النيل ليسافروا عليه من مكان لآخر. ولهذا كان سفر الكائنات المقدسة بنفس  
الطريق أمراً منطقياً.

أهتم الكهنة اهتماماً كبيراً برصد الأجرام السماوية ودراسة حركاته منذ فجر  
التاريخ بعد أن اتخذوا من بعضها وعلى الأخص الشمس آلهة ينقربون بها إلى الله  
خالق كل شيء وأغرام صفاء جو البلاد بأخذ الأرصاد بطريقة منتظمة. ويؤكد  
بعض المؤرخين أنهم بلغوا في هذا مرتبة لا يرقى إليها شعب آخر من معاصريهم  
لذلك لم تكن النظرية التي فسرت حركة الشمس في السماء بأن "رع" إله الشمس



غطاء تابوت لمومياء مصرية يصور جسم الآلهة تو محاط بأشكال البروج مع الشمس فوق رأسها  
والقمر تحت أرجلها.

يعبر السماء كل يوم مصحوباً باتباعه وحاشيته ركباً أحد القوارب هسي النظرية الوحيدة التي فسرت حركة الشمس بالرغم من أنها كانت النظرية الأكثر قبولاً. ظهرت بعض النظريات الأخرى التي تقصر عبور الشمس في السماء يومياً من الشرق إلى الغرب وكان يجمع بين هذه النظريات جميعها إطار واحد شامل ألا وهو قدسية الشمس وألوهيتها ، وإن اختلفت هذه النظريات في تفسير حركتها. وكان من بين هذه النظريات ، نظرية تقول بأن الشمس كانت تحمل في الجو على أجنحة مثل الطائر وكان هذا الاعتقاد متصلاً بصورة خاصة بآله الشمس في صورة "حوراختي" وكما ذكرنا من قبل فإن ترجمتها "حورس الذي فسي الأفق" وكانوا يعتبرونه منذ أقدم العصور أنه كان على صورة صقر.

وربما أطراف الآراء المختلفة التي وضعت لتفسير حركة الشمس عبر السماء ، ذلك الرأي الذي قال بأن إله الشمس "خبري" كان على شكل الجعل وبني على هذه الصورة حركة الشمس فكيف كان ذلك ؟ دعونا نعرف.

كان المصري للقديم يعرف جيداً منظر الجعل ، وكثيراً ما كان يلاحظه وهو يدفع كرة صغيرة من الروث أمامه على الأرض حتى يعثر على شق مناسب يضعها فيه. اعتقد المصري القديم أن صفار الجعل تخلق نفسها بنفسها ثم تخرج من تلك الكرة. وتخيل المصري القديم أنه يوجد شبه بالشمس منبع الحياة كلها وتلك الكرة من الروث التي اعتقد أن صفار الجعل تخرج منها. هليس من المستغرب إذن أن يصور القوة التي تدفع بالشمس في حركتها عبر السماء وهي آله الشمس شبيهة بجعل هائل الحجم يدفع الشمس أمامه كما يدفع الجعل كره الروث على سطح الأرض فرسموا إله الشمس على هذه الصورة.

ويجدر الإشارة إلى أن علماء الحشرات في العصر الحديث يقررون أن كرة الروث التي يدرجها الجعل أمامه إنما تحتوى على ما يختزنه من طعام. بينما الكرة التي تحتوي على بيض الجعل ليست مستديرة بل كعثرية الشكل وتحفظها أنثى الجعل في شق بالأرض حتى يحين موعد فقسها وخروج الصغار.

وكان اختفاء الشمس أثناء الليل سبباً في ظهور نظريات مختلفة منها التفسير الطبيعي الذي يقرر أنها تُمضي ساعات الليل سائرة في موكب خلال العالم السفلي المسمى "دات" قبل أن تظهر مرة ثانية فوق الأرض كل يوم عند الشروق.

ويفترض تفسير آخر فيه الكثير من الخيال أن السماء ليست إلا جسم الآلهة "توت" التي تظلل الأرض على هيئة قنطرة هائلة رأسها في مستوى الأفق الغربي وعُجزها في مستوى الأفق الشرقي ويمتد ذراعها ورجلاها تحت الأفق. وتغيب الشمس في هذه الآلهة كل مساء عند الغروب وتمر في جسدها أثناء الليل لكي تولد ثانية عند الشروق ولم يقل قبول المصريون القدماء لهذا التفسير في أي وقت من الأوقات بل استمر جنباً إلى جنب مع نظرية رحلة الشمس أثناء الليل خلال العالم السفلي دات.

وكان قدماء المصريون يرمزون للشمس بدائرة في مركزها نقطة وهو الرمز المستخدم في الوقت الحالي وأحياناً كانوا يرمزون لها بقرص ذو أجنحة تنساب منه الأشعة الوفيرة. ولم يقتصر تكريم قدماء المصريين على الشمس فقط بل كان للشمس اليمانية مكاناً ملحوظاً لديهم وكذلك كوكب الزهرة وكانوا يسمونه "هناطور" وأقاموا لها معابد خاصة وكانوا يعتبرونها آلهة الحب والجمال.

ولا بد لنا في هذا المقام أن ننوه بأن المصريين القدماء إنما ابتغوا من بعض الأجرام السماوية أو غيرها آلهة لهم كوسيلة يتقربون بها زلفى إلى الله ذلك لأنهم كانوا يدينون بعقيدة التوحيد، ويمتدنون في وجود إله واحد لم يولد، وجد قبل كل شيء وأنه سرمدى لم يخلقه أحد. وكانوا يؤمنون بالوحدة كرمز للإله الواحد الذي هو أصل كل شيء ذلك لأن الأصل لا يستمد من شيء بل من نفسه. والوحدة لذلك تحوي كل الأعداد التي لا يحويها أحد والتي تخلق كل عدد وكل ما خلق في اعتقادهم غير كامل ويمكن زيادته أو نقصه.

ويستكثر الله سبحانه وتعالى أن تكون هناك واسطة بينه وبين عباده حيث يقول في كتابه الكريم :

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿إِنَّا أَبْرَزْنَا إِلَيْكَ الْقَوَائِمَ بِالْحَقِّ فَاعْبُدِ اللَّهَ مُخْلِصاً لَهُ الدِّينَ ۚ إِنَّ اللَّهَ الْغَنِیُّ الْخَالِسُ  
وَالَّذِينَ اتَّخَذُوا مِنْ دُونِهِ أَوْلِيَاءَ مَا نَعْبُدُهُمْ إِلَّا لِيُقَرِّبُوا إِلَى اللَّهِ زُلْفَىٰ إِنَّ اللَّهَ يَحْكُمُ  
بَيْنَهُمْ فِي مَا هُمْ فِيهِ يَخْتَلِفُونَ ۚ إِنَّ اللَّهَ لَا يَهْدِي مَنْ هُوَ كَاذِبٌ كَفَّارٌ﴾

صدق الله العظيم

(الزمر ٢٤، ٣)

وردت الشمس في كثير من الآيات في القرآن الكريم ولكننا في هذا المقام  
سوف نختار منها ما يُدل على أن بعض الأقوام في الأزمان الغابرة قد عبدت  
الشمس واتخذتها إلهاً معبوداً أو وسيلة للتقرب لعبادتها إلى الله العلي القدير ونبدأ  
بسورة الأنعام فنجد فيها :

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَإِذْ قَالَ إِبْرَاهِيمُ لِأَبِيهِ آذَرَ اتَّخِذْ أَحِبَاءَ مِثْلِي فَأَجَابَهُ أَبِي أَنَا رَاكِعٌ وَمِمَّا يَنْتَهِى عَنِ الْمَعْبُودَةِ ۚ فَلَمَّا جَنَّ  
عَلَيْهِ اللَّيْلُ رَأَىٰ جُوزُجًا ۖ قَالَ هَذَا رَبِّي فَلَمَّا أَهَلَ قَالَ لَا أَحْبِبُّ الْأَلْبَانِ ۚ فَلَمَّا رَأَى الْقَمَرَ الْكَوَسَ  
بَارِئًا ۖ قَالَ هَذَا رَبِّي فَلَمَّا أَهَلَ قَالَ لَئِنْ لَمْ يَهْدِنِي رَبِّي لَأَكُونَنَّ مِنَ الْقَوْمِ الضَّالِّينَ ۚ فَلَمَّا  
رَأَى الشَّمْسُ بَارِئَةً ۖ قَالَ هَذَا رَبِّي هَذَا أَكْبَرُ فَلَمَّا أَهَلَّتْ ۖ قَالَ بَا قَوْمِ إِنِّي بَرِيءٌ مِمَّا  
تَعْبُدُونَ ۚ إِنِّي وَجْهَتُ وَجْهِيَ لِلدِّينِ مُتْلِيَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ حَنِيفًا وَمَا أَنَا مِنَ  
الْمُشْرِكِينَ﴾.

صدق الله العظيم

(الأنعام ٧٤-٧٩)

وبالرجوع إلى كتب التفسير ، قال محمد بن إسحاق أن إبراهيم عليه السلام  
قال ذلك حين خرج من السرب الذي ولدته فيه أمه حين تخوفت عليه من النمرود  
(نمرود بني كنعان ) لما كان قد أخبر بوجود مولود يكون ذهاب ملكه علي يديه  
فأمر بقتل الغلمان عائمذ فلما حملت أم إبراهيم عليه السلام به وحان وضعها ذهبت  
به إلى سرب ظاهر البلد فولدت فيه إبراهيم وتركته هناك وذكر أشياء من خوارق



العادات كما ذكرها غيره من المفسرين من السلف والخلف. والحق أن إبراهيم عليه السلام كان مناضراً لقومه في هذا الموقف ميمناً لهم بطلان ما كانوا عليه من عبادة الهياكل والأصنام فبين في المقام الأول مع أبيه خطاهم في عبادة الأصنام التي هي على صور الملائكة السماوية ليشفعوا لهم عند الخالق العظيم الذي يمتدرون أنفسهم أحقر من أن يعبدوه مباشرة وإما يتوسلون إليه بعبادة ملائكته. كما بين في المقام الثاني خطاهم في عبادة الهيكل وهي الأجرام السماوية السبعة المعبودة لديهم وهي القمر وعطارد والزهرة والشمس والمريخ والمشتري وزحل وأشدهن إضاعة وأشرفهن عندهم الشمس ثم القمر والزهرة فبين أولاً صلوات الله عليه وسلم أن الزهرة لا تصلح للآلوهية حيث أنها مسخرة مقدره بسير معين لا تريغ عنه ميمناً أو شمالاً بل هي جرم من الأجرام التي خلقها الله منيرة وهي في دورتها تشرق من المشرق وتغرب في المغرب مسخرة بأمر الله ثم انتقل إلى القمر فبين فيه مثل ما بين في الزهرة ثم انتقل إلى الشمس كذلك فلما انتفت الآلوهية عن هذه الأجرام السماوية التي هي أنور ما تقع عليه الأبصار وتحقق ذلك بالدليل القاطع (قال يا قوم إن بريء مما تشركون).

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

صدق الله العظيم

ولقد في سورة أخرى من سور الكتاب الكريم توجيه ربالي إلى أن الشمس

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ومن آياته الليل والنهار والشمس والقمر لا تسجدوا للشمس ولا للقمر واسجدوا لله الحدي خلقهم إن كنتم إياه تعبدون﴾

صدق الله العظيم

(فصلت ٣٧)

ثم كانت الدعوة لإخلاص العبادة لله وحده :

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وما أمروا إلا ليعبدوا الله مخلصين له الدين حنفاء ويقيموا الصلاة ويؤتوا الزكاة وذلك دين القيمة﴾

صدق الله العظيم

(سورة البينة ٥)

## المحتويات

الصفحة	الموضوع
٩	مقدمة .....
	الفصل الأول
١٣	فيزياء الشمس .....
	الفصل الثاني
٥٧	الطاقة الشمسية .....
	الفصل الثالث
٧٣	الشمس الراديوية .....
	الفصل الرابع
٩٩	العلاقات الشمس - أرضية .....
	الفصل الخامس
١١٩	الشمس في العقائد القديمة .....

## صدر من هذه السلسلة :

- ١ - الكمبيوتر تأليف : د. عبد اللطيف أبو السعود
- ٢ - النشرة الجوية تأليف د. محمد جمال الدين الفندى
- ٣ - القمامة تأليف د. مختار الحلوجى
- ٤ - الطاقة الشمسية تأليف د. ابراهيم صقر
- ٥ - العلم والتكنولوجيا تأليف د. محمد كامل محمود
- ٦ - لعنة التلوث تأليف م. سعد شعبان
- ٧ - العلاج بالنباتات الطبية تأليف د. جميلة واصل
- ٨ - الكيمياء والطاقة البديلة تأليف د. محمد نيهان سويلم
- ٩ - النهر تأليف د. محمد فتحي عوض الله
- ١٠ - من الكمبيوتر الى السوبر كمبيوتر تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
- ١١ - قصة الفلك والتنجيم تأليف د. محمد جمال الدين الفندى
- ١٢ - تكنولوجيا الليزر تأليف د. عصام الدين خليل حسن
- ١٣ - الهرمون تأليف د. سينوت حليم دوس
- ١٤ - عودة مكوك الفضاء تأليف م. سعد شعبان
- ١٥ - معالم الطريق تأليف م. سعد الدين الحنفى ابراهيم
- ١٦ - قصص من الخيال العلمى تأليف د. رؤوف وصفى
- ١٧ - برامج للكمبيوتر بلغة البيزيك تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
- ١٨ - الرمال بيضاء وسوداء وموسيقية تأليف د. محمد فتحي عوض الله
- ١٩ - القوارب للهواة تأليف شفيق مثرى
- ٢٠ - الثقافة العلمية للجماهير تأليف : جرجس حلمى عازر
- ٢١ - اشعة الليزر والحياة المعاصرة تأليف د. محمد زكى عويس

٢٢ - القطاع الخاص وزيادة الإنتاج في المرحلة القادمة	تأليف د. سمعد الدين الحنفى
٢٣ - المريخ الكوكب الأحمر	تأليف د. منير أحمد محمود حماد
٢٤ - قصة الأوزون	تأليف د. زين العابدين متولى
٢٥ - قصص من الخيال العلمى ج ٢	تأليف رؤوف وصفى
٢٦ - السيرة	تأليف م. ابراهيم على العيسوى
٢٧ - قصة الرياضة	تأليف على بركه
٢٨ - الملوثات العضوية	تأليف محمد كامل محمود
٢٩ - ألوان من الطاقة	تأليف عبد اللطيف أبو السعود
٣٠ - صور من الكون	تأليف زين العابدين متولى
٣١ - الحاسب الالكترونى	تأليف محمد نيهان سويلم
٣٢ - النيسل	تأليف محمد جمال الدين الغندى
٣٣ - الحرب الكيماوية ج ١	تأليف دكتور أحمد مدحت اسلام
	د. عبد الفتاح محسن بدوى
	د. محمد عبد الرازق الزرقا
٣٤ - الحرب الكيماوية ج ٢	تأليف دكتور أحمد مدحت اسلام
	د. عبد الفتاح محسن بدوى
	د. محمد عبد الرازق الزرقا
	تأليف طلعت حلمى عازر
٣٥ - البصر والبصيرة	تأليف د. سمير رجب سليم
٣٦ - السلامة في تداول الكيماويات	د. طلعت الأعوج
٣٧ - التلوث الهوائى والبيئة ج ١	د. طلعت الأعوج
٣٨ - التلوث الهوائى والبيئة ج ٢	د. طلعت الأعوج
٣٩ - التلوث المائى ج ١	د. طلعت الأعوج
٤٠ - التلوث المائى ج ٢	د. طلعت الأعوج

- ٤١ - نعيش لنأكل أم نأكل لنعيش  
د. محمد ممتاز الجندى
- ٤٢ - أنت والدواء ط ١  
١٩٩٤ ، ط ٢ ، ١٩٩٧
- ٤٣ - اطلالة على الكون  
د. زين العابدين متولي
- ٤٤ - من العطاء العلمى للإسلام  
د. محمد جمال الدين الفندى
- ٤٥ - مسائل بيئية  
تأليف رجب سعد السيد
- ٤٦ - البث الإذاعي والتلفزيونى  
المباشر ج ١  
جلال عبد الفتاح
- ٤٧ - البث الإذاعي والتلفزيونى  
المباشر ج ٢  
جلال عبد الفتاح
- ٤٨ - صفحات مضيئة من تاريخ  
مصر ج ١  
تأليف محمود الجزار
- ٤٩ - صفحات مضيئة من تاريخ  
مصر ج ٢  
تأليف محمود الجزار
- ٥٠ - جيولوجيا الحاجر  
جولوجى / نور الدين زكى محمد
- ٥١ - الاستشعار عن بعد ج ١  
د. سراج الدين محمد
- ٥٢ - الاستشعار عن بعد ج ٢  
د. سراج الدين محمد
- ٥٣ - الردع النووى الإسرائيلى  
د. ممدوح حامد عطية
- ٥٤ - البترول والحضارة  
د. توفيق محمد قاسم
- ٥٥ - حضارات أخرى فى الكون  
جلال عبد الفتاح
- ٥٦ - دليلك الى التفوق فى  
الثانوية  
سامية فخرى
- ٥٧ - التلوث مشكلة اليوم  
والغد  
د. توفيق محمد قاسم
- ٥٨ - انهيار المباني ط ١  
١٩٩٥ ، ط ٢ ١٩٩٧
- ٥٩ - الوقت والتوقيت ج ١  
م. جرجس حلمى عازر
- ٦٠ - الوقت والتوقيت ج ٢  
عبد السميع سالم الهوارى  
عبد السميع سالم الهوارى

- ٦١ - الجيولوجيا والكائنات الحية  
د. دولت عبد الرحيم
- ٦٢ - أسلحة الدمار الشامل ج ١  
د. جمال الدين محمد موسى
- ٦٣ - أسلحة الدمار الشامل ج ٢  
د. جمال الدين محمد موسى
- ٦٤ - النقل الجوي في مصر ج ١  
د. سراج الدين محمد
- ٦٥ - النقل الجوي في مصر ج ٢  
د. سراج الدين محمد
- ٦٦ - قراءة في مستقبل العالم  
تأليف : كلايف رايش
- ٦٧ - عدا القرن ٢١٠٠ ط ١ ، ١٩٩٥ ، ط ٢ ، ١٩٩٧
- ٦٨ - الشتاء النووي ج ١  
د. جمال الدين محمد موسى
- ٦٩ - الشتاء النووي ج ٢  
د. جمال الدين محمد موسى
- ٧٠ - تاريخ الفلك عند العرب  
د. محمد امام ابراهيم
- ٧١ - رحلة في الكون والحياة ج ١ ، ط ١ ، ١٩٩٦ ، ط ٢ ، ١٩٩٨
- ٧٢ - رحلة في الكون والحياة ج ٢ ، ط ١ ، ١٩٩٦ ، ط ٢ ، ١٩٩٨
- ٧٣ - الصحة المهنية ج ١  
د. سمير رجب سليم
- ٧٤ - الصحة المهنية ج ٢  
د. سمير رجب سليم
- ٧٥ - عالم الحشيش ج ١  
د. جمال الدين محمد موسى
- ٧٦ - عالم الحشيش ج ٢  
د. جمال الدين محمد موسى
- ٧٧ - أهم الأحداث والاكتشافات العلمية لعام ١٩٩٥ م  
محمد فتحى
- ٧٨ - النقل الجوي وتلوث البيئة في مدينة القاهرة ج ١  
د. سراج الدين محمد

- ٧٩ - النقل الجوى وتلوث  
البيئة في مدينة القاهرة  
ج ٢ د سراج الدين محمد  
صيدلى / أحمد محمد عوف  
٨٠ - رحلات علمية معاصرة محمد فتحي  
٨١ - الكمبيوتر خيرا ومفكرا جمال الدين محمد موسى  
٨٢ - العلماء ناثرون جمال الدين محمد موسى  
٨٣ - الحرب النووية القادمة جمال الدين محمد موسى  
٨٤ - العلم ومستقبل الانسان جمال الدين محمد موسى  
٨٥ - الثورة الخضراء  
أمل مصر م جرجس حلمي عازر  
٨٦ - عالم الافلاك د امام ابراهيم احمد  
٨٧ - صناع الحضارة العلمية  
في الاسلام ج ١ د أحمد محمد عوف  
٨٨ - صناع الحضارة العلمية  
في الاسلام ج ٢ د أحمد محمد عوف  
٨٩ - عبقرية الحضارة المصرية  
القديمة د أحمد محمد عوف  
٩٠ - الفلك عند العرب  
والمسلمين ج ١ د زين العابدين متولى  
٩١ - الفلك عند العرب  
والمسلمين ج ٢ د زين العابدين متولى  
٩٢ - اهم الاحداث والاكتشافات  
العلمية لعام ١٩٩٦ محمد فتحي  
٩٣ - اسرار علم الجينات م طيبى عبد الباسط الجبل  
٩٤ - الانترنت د عبد اللطيف أبو السعود  
٩٥ - موسوعة الاعشاب الطبية  
صيدلى / أحمد محمد عوف



- ٩٦ - البلاستيك وتأثيراته  
البيئية والصحية  
د. أحمد مجدى حسين مطاوع
- ٩٧ - ( موسوعة أسئلة وأجوبة من  
كنوز المعرفة - الجزء الأول )  
أسرار الأرض  
ترجمة : هاشم أحمد محمد
- ٩٨ - القلب البديل ( الخرافة  
والأسطورة )  
محمد فتحى
- ٩٩ - ( موسوعة أسئلة وأجوبة من  
كنوز المعرفة - الجزء الثانى )  
أسرار جسم الإنسان  
ترجمة : هاشم أحمد محمد
- ١٠٠ - سيمفونية العلم  
د. عفاف على نندا
- ١٠١ - سكان الكواكب  
د. امام ابراهيم أحمد
- ١٠٢ - السمنة وعلاجها ج ١  
د. فتحى سيد نصر
- ١٠٣ - السمنة وعلاجها ج ٢  
د. فتحى سيد نصر
- ١٠٤ - التلوث البيئى والهندسة  
الوراثية  
د. على محمد على عبد الله
- ١٠٥ - التلوث البيئى وسبل  
مواجهته  
د. محمد نبهان سويلم
- ١٠٦ - ( موسوعة أسئلة وأجوبة من  
كنوز المعرفة الجزء الثالث )  
أسرار جسم الحيوان  
ترجمة : هاشم أحمد محمد
- ١٠٧ - حكاية الاستنساخ  
م. عبد الباسط الجمل
- ١٠٨ - التلوث الكهرومغناطيسى  
عبد المقصود حجرو
- ١٠٩ - تغيير المناخ ومستقبل  
الأرض  
د. محمد أحمد الشهاوى

- ١١٠ - الانسان والطاقة ج ١ زكريا أحمد البرادعى  
١١١ - الانسان والطاقة ج ٢ زكريا أحمد البرادعى  
١١٢ - أهم الأحداث والاكتشافات العلمية ( ٣ ) ج ١ محمد فتحى  
١١٣ - أهم الأحداث والاكتشافات العلمية ( ٣ ) ج ٢ محمد فتحى  
١١٤ - منظومة الحياة صيدلى/أحمد محمد عوف  
١١٥ - صيد البحر وطعامه رجب سعد السيد  
١١٦ - مواقع النجوم ج ١ مهندس/ سعد شعبان  
١١٧ - مواقع النجوم ج ٢ مهندس/ سعد شعبان  
١١٨ - ( موسوعة أسئلة وأجوبة من تنوز المعرفة - الجزء الرابع )  
عالم الفنون ترجمة : هاشم أحمد محمد  
١١٩ - ( موسوعة أسئلة وأجوبة من تنوز المعرفة - الجزء الخامس )  
مغامرات مدهشة ترجمة : هاشم أحمد محمد  
١٢٠ - سر النهوض والتقدم محمد فتحى  
( لماذا لا يبدع المصريون )  
١٢١ - النقل الجوى وتكنولوجيا المعلومات  
١٢٢ - المريح فى انتظارنا د.سراج الدين محمد  
١٢٣ - مسيرة العلم مهندس/ سعد شعبان  
١٢٤ - حرائق المسواد د. عفاف على ندا  
البلاستيكية وأخطارها د. أحمد مجدى مطاوع  
١٢٥ - البترول مخاطره الصحية طبيب/ صلاح عدس  
وتلوث البيئة مهندسة/ ليلي عبد المنعم  
١٢٦ - طريقك للاختراع

- ١٢٧ - أسرار العطور إعداد كيميائي : عبدالوهاب القاضى
- ١٢٨ - الشمس والنجم الأم، د. منير أحمد محمود حمدى

## مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الإيداع بدار الكتب ١٦٢٨٧ / ٩٩

---

I . S . B . N 977 - 01 - 6536 - 0



لقد حظيت الشمس بالقدر الأكبر من الاهتمام منذ فجر التاريخ نظراً لقربها من الأرض، حيث تبعد مسافة قدرها ١٤٩ مليون و ٦٤٠ ألف كيلو متر، ويقطع الضوء هذه المسافة في ٨ دقائق وعشرين ثانية (٥٠٠ ثانية). وللشمس تأثير مباشر على سائر أعضاء المجموعة الشمسية، وأهم هذه التأثيرات تهيئة الظروف المناسبة لظهور حياة على سطح الأرض. ولو اختلفت المسافة بين الشمس والأرض قريباً أو بعداً لكان للحياة على سطح الأرض شأن آخر.